

少年百科全書

8

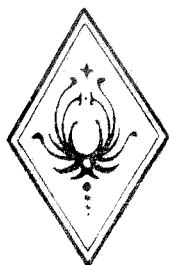
生命



少年百科全書

第八類

生命現象



商務印書館發行

少年百科全書
第八類 生命現象目錄

上冊

我們外圍的生物·····	一
在地球上的生物怎樣開始·····	八
植物的大祕密·····	一五
植物怎樣靠空氣生活·····	二二
生物怎樣從海裏出來·····	二七
動物爲什麼需要陸地·····	三四
身體的構成·····	四〇
最微的生物·····	四九
我們看不見的良友和仇敵·····	五六
最簡單的生命·····	六五
生命實在存在的地方·····	七〇
造生命的是什麼·····	七四

血液的赤血球	八〇
血液的白血球	八八
心臟——生活的唧筒	九九
生命和肺臟	一一一
新鮮的空氣和健康的生活	一二三
皮膚和牠的功用	一二七
毛髮和爪甲	一三四
嘴和牙	一四一
口和吃	一四九
胃與消化	一五六
你的身體是怎樣構成的	一六七
頭和四肢	一七八
我們的肌肉和牠的管理者	一八七
食物和牠的用處	一九五
造物的奇異食物	二〇七

下冊

我們靠着生活的麵包·····	一
食的方法和食的時間·····	九
食物的真價值·····	一六
肉作爲食物的價值·····	二五
茶咖啡和菸·····	三四
我們身體裏的神經森林·····	四六
腦的神祕·····	五六
腦的各部·····	六六
聽聞的奇異·····	七七
聽和說·····	八九
說話和歌唱·····	一〇〇
眼的歷史·····	一一三
眼的各部·····	一二四
眼內的光·····	一三六

辨別顏色·····	一四八
嗅和味·····	一五八
身體的主人翁·····	一六四
記憶的方法·····	一七三
我們思想時的現象·····	一八〇
怎樣來思想·····	一九一
我們爲什麼做事體·····	二〇二
人生和國家·····	二一〇
約克所有的房屋·····	二一八
下赤道到廚室時必經的大甬道·····	二二七
約克房屋的廚房·····	二三五
約克奇異的抽水機·····	二四三
約克的新鮮空氣的供給·····	二五二
奇異的空氣河流·····	二六一
約克的無線電話·····	二七〇

少年百科全書
第八類 生命現象上冊

我們外圍的生物

世上頂奇妙的東西，就是生命，究竟是什麼東西使得我們能動，能呼吸，能有感覺呢？誰也不曉得。但是還有比呼吸，動作，和有感覺更奇妙的，雖是畜生也會做那些事情。究竟是什麼東西使我們會愛，會恨，會求？恐怕只有上帝知道。這是世上最不可思議的事情，到今天還沒有一個人知道真的內容呢。世界上全是住的有生命的東西，而男的，女的，老的，少的，就是創造的主人。我們能測量地球，知道太陽是什麼東西做起來的，但是我們不知道我們自己是那裏來的——你的「你」，是從那裏來的，我的「我」，又從那裏來的？在這一部分書裏，我們要講到我們知道的一切生命的大奧妙。

在我們這奇怪世界上，有一件事沒有再比牠奇怪的，就是我們隨便到那裏，總看有生物在我們的四周。那些生物或是我們的朋友，或是我們的親戚。但是倘若我們要想那月亮，雖然好看，但是死的，如同一個很大有光彩的墳墓一樣。我們要知道那月亮和我們這地球，有什麼分別，地球就是一切生物的母親。那月亮裏，當日一定也有過生物住過的，即使沒有生物住過，一定也有些植物。但是那月亮現在變冷了；牠從前也有和我們地球上一樣的空氣，現在沒有了；牠現在一滴水也沒有，所以從前那些草木和他們的萌芽，現在都枯死了。我們地

地球的情形是怎樣的呢？海裏盛的，地上住的，空中飛的，都是生命。無論何處都有生命，有動作，有生，有死，和新生的。到處都有生命，而且生命日增。這都是我們所居的世界最有趣的事，讓我們研究研究這些事實。譬如一種生物——如蒼蠅，玫瑰花，兒童——和沒有生命的，或從來沒有活過的東西——如一根鐵棒，一塊石頭，或者花園裏的碎石子和泥土——究竟有什麼分別？再研究生物有多少種數，何以他們各種各種的不同？一隻象何以和一块青苔不同，但是要拿象和一块火石比，倒還是和青苔相比近些，何以會這樣的呢？我們人生在世，就是要疑問，要想法子答覆那些疑問，然後就依從那答覆去做。但是我們答覆那些疑問之後，還有許多難題來難我們。我們知道生物是要死的，但是生命是不死，當今世上沒有二千年以前活的東西，或者除出幾株大樹如聖經內講的黎巴嫩 Lebanon 的柏樹之外，那二千年前的魚，蠅，鳥，花，現在都已經死了；但是現在地球上還是到處有生命，不過這班生命，不是那以前的生命罷了。

爲什麼要那樣呢？這裏頭有個最奇怪的事實，這事實就是凡生物都有子孫，那些子孫是像他們的父母，父母死了，他們又繼續有生命了。現在有樁老希臘故事，講一班人手裏拿住火把跑，一個人跑乏了跌下來，就把火把遞給別人跑，別人也是這樣乏了，再遞給別人朝前跑，照這樣跑起來，跌下來的人，雖然跑不到目的地，但是那火把總歸在那兒燒着。生命就同這火把差不多，有生命的東西和跑的人一樣，他帶着生命往前跑了幾時，又把這生命如遞火把一樣，遞給他的子孫，讓子孫再帶着朝前跑。

這些生物是從那裏來的呢？我們知道那些東西，無論死的活的，都是從造物那裏來的，那造物使他們亘古

不死。但我們的問題是：那些東西怎樣會有呢？他們的歷史是怎麼樣？他們的父母又是誰？這些事實是從我們的祖父母做小孩子的時候，纔知道清楚，我們僥倖生在這多少事實已經被人猜破的時代，因為我們知道的事越多，於我們的生活越有益。

我們起首先自問：『我們怎樣能知一件東西是活的或是死的？』你一定要說這句話問得太呆，因為人人立刻可以回答蒼蠅是活的，窗子上的玻璃是死的，我們看見蒼蠅和一個小孩子一樣的活動，所以我們知道牠是活的。我們叫那些自己會動的，跳的，喊的，游的，飛的，都是生活的。我們平常總這樣說，但是這話究竟錯不錯呢？

實在這話大錯了，我們試想想，當一個小孩子睡得很熟的時候，那小孩子不是還活着嗎？他睡着的時候，和他睡覺前在那裏頑皮的時候，是一樣的活着。但是那聰敏些的小孩子要說，這話理由不充足，那小孩子睡着時，仍然在那裏動，我們不是看見他呼吸嗎？這句話是誠然不錯，因為我們把一個橡皮傀儡，和一個小孩子擺在一

張床上睡，那小孩子的胸口，會一上一下的在那裏動，那傀儡的胸口是不動的；假使我們拿手輕輕的按着那小孩子的胸口，我們還覺得他的心震動我們的手指，這心是不睡着的，牠還在那兒動，因為牠是活着的。所以無論如何，



這是一個賽跑的老故事，說有一個跑的人，手裏拿了一個火把，跑到力乏跌倒了，就把這火把遞給別人，別人又拿了這火把跑，好像我們的生命一代傳給一代一樣。

這小孩子無論他醒着，睡着，總是活着。但是我們實在要問的，就是那些東西簡直一點不動，但是牠和小孩子一樣的活着。生活的東西，一定要和小孩子那樣活動麼？讓我們來研究研究。

我們可以設想，一隻鳥飛在空中，怎樣能向下看見地面？如果我們坐過氣球的，我們便知道什麼叫做「鳥瞰」Bird's-eye view。鳥瞰就是當一隻鳥飛在天空望見地上的一種景象。所以現在我們要明瞭一件東西，我們一定要用鳥瞰的眼光來看牠。

假使我們的眼光，看得非常之近，那我們的見識一定和那蒼蠅看象眼光裏的意象一樣呆笨。我們一方面看一件東西，一方面要再旁觀別的各種東西，這兩種眼光，一定要一齊用。如此，便讓我們來用鳥瞰的眼光看那些生物。

我們用這個眼光來看，便見生物分兩大種。這兩種的分別很大。這個分別，並不是大小重量上的不同，乃

我們觀察宇宙和人生，應當採取鳥瞰的方法。因為一隻鳥飛到空中，就可以看見一切的景象，我們觀察各物，一定要用鳥瞰眼光。



是種類和性質的不同。一種我們稱牠植物，一種我們稱牠動物。拿一個大動物，如一隻象，比一種大植物如橡樹，倒還是象和一個小動物蒼蠅相近些。一個大動物和一個大植物不同，一個小動物和一個小植物也不同。他們當中都有很大的分別，這分別是什麼呢？分別就多了。我們用鳥瞰的眼光來察看，第一種看出來的分別，就是動物自己能動，植物自己不能。但是照這樣說，我們可以說植物是死的嗎？這問題常常有人說過，有人想過，因為人總以為活動的東西，才是活着的。我們看見那些植物，是不像小孩子那麼活動。你留着一株玫瑰花樹在花園裏，等一會兒再到那地方去，那樹還在那裏，但是你如果留一隻貓在那裏，就不然了。因此有人想，因為植物不會走開，所以植物實在是死的。

然而人要追求，我們適纔所說的話的原理——那玫瑰花，究竟有的地方和石頭比起來，雖是玫瑰花也不能像蒼蠅那樣的飛，還覺得玫瑰花和一個蒼蠅相近些。所以在人想起來，有兩種生命：一種是實在的，真的，如蒼蠅的，老虎的，和你自己的生命。另一種是半生半死的，實在不是生物，但是有許多地方很像，所以人說，這種半生半死的生命，就像那樹木植物之類。說這些話的人，還沒有十分明白植物的情形。他們知道，那橡樹和橡實也有些奇異的地方，但是終不敢自信，那種不能活動的東西真是有生命的。

但是後來，便有人發明了出來。你曉得，當一個小孩子爬在他父親肩上看他的父親，比他站在地上看得更清楚些。人做事也是這樣，先是第一個人學得一點，第二個人又再學一點，那在他們兩個人之後的人，又多學一點，如此學法，世界上愈過愈文明。我們現在知道，我們以前的人已經知道的事，和他們還沒有知道的事，我們所

學得的學問，再加上他們的學問。有了前人的學問，我們如同立在肩上一樣，看世界上各物，比前人看得更遠大些。因為人的學問增高，所以能用鳥瞰的眼光看世界，知道植物雖不能活動，但是同動物一樣的有生命，有些地方植物比動物更有生命些。所以這動植物的分別，一個是動物的生命，從動物的活動上看出來的；植物的生命，又是從別的看出來的。

我們知道動物是活着，因為牠能和一個小孩子和你自己一樣的活動。你自己的生命，也是從活動裏發表出來。但是我們知道，植物也有生命，因為牠能輔助動物的生命，使動物能活動，並且因為種種別的原故。

植物自己雖很安靜不動，但是他們的生命卻很要緊，因為動物所以能活動，全靠他們的幫助。動物食植物而生，倘使沒有植物，一切動物連我們自己全都死了。所以動物靠着植物，纔能生存，纔能活動。現在如果反說植物只是半活的，或說那種生命是不算數的，這句話實在是很忘恩負義了。

動物能喊出聲響來，但是植物也會做這樣的工作，不過他們做得安靜人些。我們不要常常叫跳，或吹着喇叭，證明我們自己是有生命的，植物不要做那些事，但是他們的生命能使別的東西有生命。我們明瞭生命，不一定要活動，許多東西並不活動，實在是活着，有許多生物，既不走，又不響，你可以看見一樣東西，整天，整星期，整年的不動，但是那東西確是活着。所以生命不僅是說一樣東西自己會動的。

單單能動，並不是真生命，因為種種東西都能動的。植物并不在花園裏走，但是他們自己移動當一個橡實長成一顆橡樹的時候，牠能向上方伸動。當向日葵向着太陽長的時候，不是向上伸動，並且也能向別的方向；假

使我們把幾片擴大鏡裝得和顯微鏡一樣，把植物的葉子擺在這鏡子下看我們看見那葉子上小綠點子，不住的在那裏動。

種種東西都會動的。從前以為能動纔有生命，否則沒有生命，這種見識錯極了，眼光太狹，不是用鳥瞰的眼光來看的，因為我們知道種種東西，無論看得見的，看不見的，都會動。那些變成透光石子 *Pebble* 的小綠點子，和那變成紙上黑墨的小黑點子，都不住的在那裏動。倘若我們說能動就是有生命，那麼，只要我們能看得清楚世上各樣東西，都是有生命的了。

我們能正確的明白植物的生命，是很重要的事情。活動或許是一樁最重要的事；有的人想，倘若我們能看得非常深遠，我們一定覺得生命自己是一種特別的活動或生活。但是倘若生命果然是種很特別的活動，那一定是很特別的，因此而使各種東西有能動不能動的分別了。我們要明白到底是什麼東西，使得一種東西生活。最好的法子，就是研究很簡單的生活。其中最簡單的是植物的生活，或植物性的生活；他們有的會動，有的不會動，但是都有生命。假如沒有植物，動物就不能生存，所以植物比動物還古；就是說，在沒有動物以前已有植物。最初的一種動物，就是最初植物子孫。所以這是怎樣我們應該先研究植物，而切不可有看輕植物以為沒有研究的價值的愚見的理由之一。假使沒有植物，恐怕也就沒有我們來研究他們。換一句話說，我們一定要常常記着，凡是生物都是互有關係的，倘若不互相幫助，就都不能存在了。

在地球上的生物怎樣開始

我們知道，生命不單是會活動一種東西，我們雖不能看見牠動，牠確是活着。我們現在要研究生命是怎樣開始的。在最古時代，地球上因為太熱，所以那時一定絕對沒有生物生存。但是當地球變冷之後，在那冷的地方就開始有生命了，那最冷的地方就是海，所以第一種的生物，也許就是海草。無論如何，我們敢十分相信，第一種生物是植物，因為只有植物能知道怎樣用空氣和水來營養。無論什麼生物，必定要靠着的一種東西生存——有種氣體叫氧氣，植物就靠呼吸這氧氣纔能生活。然後動物和我們人類，就靠吃着植物生活，假使沒有植物，我們決沒有一個能活着的。沒有一個人能和植物一樣，直接靠着空氣就有生命，我們祇能猜想造物創造的法子。

我們現在要研究，何以使我們把有許多東西稱做生物，有些稱做非生物；我們已經認定最好的研究方法，是研究一種最簡單的生物，就是植物，而從他們研究起來。還有一個理由，我們為什麼先要研究植物，因為植物是先有的，我們一定要從先有的東西研究起來。

凡是明白人，總知道從前一定有過一個時期，地球上沒有生物的——無論海洋裏，陸地上，都沒有動物，也沒有植物。那時候實在是不能有什麼生命，因為生命所需要的東西一樣都沒有。火裏的奇怪東西很多，但是火裏決不能藏生命——因為火太熱。地球上的陸地，從前熱得了不得，和火炭一樣，生物不能生存，至於海裏也是

熱得和開水一樣開水裏自然不能藏着生物了。

在地球未變冷以前，現在海裏的水是和蒸氣一樣，散佈在空中，後來地球稍冷，大部分的水變為液體，落地球上低窪部分——那低的部分就是現在的海底。

所以那時候無論在海裏，空氣裏，陸地上都沒有像植物的東西——沒有一種東西生活着。在人猜想起來，到後來水流到海底變冷了——當然比在地面上被太陽照着的水冷些——那最初有生命的東西，就是最小最簡單的植物開始出現了。我們不必追問那最初的植物是什麼樣子，因各種植物實在都差不多的，所以我們就隨便說一種大家知道的植物也可以。草就很可以了，不過我們要想，牠是在水裏生長的，如海草之類。

這草和一切生物一樣，也和一切植物動物一樣的呼吸，營養，長大，老死。倘使你在那我們所說的那時候以前，隨便到那裏總找不到一種東西，能營呼吸等事——沒有一種東西生活着。但是當我們找到一種東西，會和你現在那樣呼吸，或是和我現在這樣呼吸，或和現在世上各處的草葉花木蟲魚那樣呼吸——於是我們知道那東西是活的。倘若牠能呼吸，那麼牠在小的時候，一定要營養使能長大；最後牠一定要死。當我們看見牠會做這些事，那就是有生命的證據。

現在讓我們來再細細研究這植物的生命。

假如世界上的植物都死了那時候的情形是怎樣 世上沒有一種植物，樹木，或花草，自己能像動物這樣有

趣味。雖是一個最卑低的動物，像你有時養在家裏一碗水裏的金魚，或如一個蒼蠅，總覺得有些地方比一株大

樹有趣味些。譬如你可以說，一顆白菜是生活的，但是和一個在樹葉上爬的懶惰的毛蟲，或和一隻蝴蝶比，尤覺那蔬菜的生活是怎樣的呆笨，愚蠢，半醒半寐啊！

我現在承認動物，是用最可驚異的樣子顯露出生命來的，若拿一顆愚笨，無聲，種在那兒的白菜，和那在天空飛叫的山麻雀比較，其中相差很大。然而植物的生命還是最初的生命，在沒有動物生命以前，就先有他們。雖到今日，世界上動物的生命，以及我們人類的生命，還靠着植物的生命來維持。倘若世界上的植物都死了，地球上的各種動物，海裏各種魚類，以及人類男的，女的，老的，少的，不到幾天也都要死盡了。

動物雖能飛，能跳，能叫，做一切植物所不能做的事，但是植物能做驚人的奇事，為動物所不能做的。其實由這種奇事，纔使得動物做他們所能做的事呢。

沒有一個人能做那一片草葉能做的事。植物生活的奇妙，在乎他們所做的事。雖到了今日，經過幾千百年的思想，研究舊學問加上新學問，人還不能做那種事，就使用了很奇異的機器，電流，以及種種的發明，都不能做那一根草終日所做的事。他們做來一點不要費力，費心思，或大驚小怪，鄭重其事。將來的人，也許能做現在植物天天代一切動物和人類所做的事；或者在多少年代以後，人們費多少周折，困難，和犧牲後，能够成巧妙而做現在植物代我們做的事，或者植物竟可以不要了；但是我不相信真的有這麼一天。就使在幾千萬年以後，我們會做植物能做的事，但是我們決不能和植物一樣，做得那樣容易，便宜，又快，又好。我們決不能做得十分周到，但是植物所做的法子是非常完美。

我們又要研究何以植物能做得這樣好，何以動物簡直做不來，並且離了植物就不能做事了。動物也是和植物一樣的呼吸生長，有時動物還呼吸得快些；但是有個很大的分別，就是植物隨使靠什麼東西可以生存，動物一定要靠植物造出來的東西纔能生存。你或者知道，什麼叫蔬食者——一種人，專吃蔬菜或別種植物，只是不吃動物的肉。其實各種動物，都是蔬食者。雖說我們吃牛肉，但是牛一定要吃草。因為有草纔長出我們吃的牛肉，假如沒有草，這牛肉從那裏來呢？

植物最驚奇的事就是他們幾乎樣樣東西都吃。現在我們試想這是何等重要，就是無論什麼生物一定要吃和死。但是我們談到吃，你要以為就是拿件東西擺在嘴裏嚼；但是許多生物並沒有嘴，然而他們還能吃。若是我們改用『營養』兩字，更覺好些。那營養就是生物和非生物最重要的區別點之一。假使一個蒼蠅，或人，或一片草，沒有食物就要死，但是一塊石頭，幾千百年沒有食物，還是這樣子。這石頭不是生活的。從此可以看出，食物是何等重要！植物有椿最驚奇的事，就是他們幾乎樣樣東西都吃，無論那些死的東西，或者不曾生活的東西，而動物祇能吃植物。動物和植物都會飢餓，到後來就是死亡；不過動物雖有了空氣，水和無生命的泥土，仍要餓死，而那些動物用不着的非生物，正是植物的很好很充足的糧食。

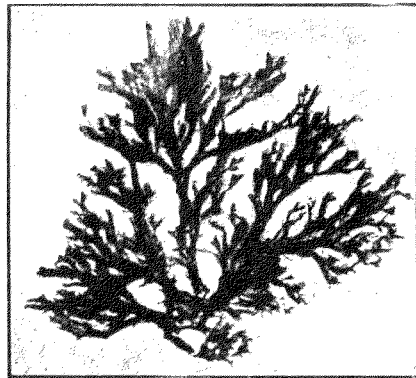
那末我們可以明白，何以我們相信地球上的生物要推植物最早呢？再先決沒有動物，因為動物沒有植物的幫助，不能營養生存。當生命最初現於地球上的時候，除那些無生命的空氣、鹽和水之外，沒有別的食物，然而能用那些無生命的東西營養的，祇有植物。

植物現在生活的和他們幾萬年前的情形完全一樣。植物起初是怎樣生活的，到現在還是這樣生活。假使我們想那最初的簡單植物，體幹很小，活得也不久，和現在那些大樹相比，那大不相同的地方，便覺非常有趣。但是現在那些樹，雖然很多地方和從前的植物不同，長久的有活着幾千百年，有時更巨大異常，竟可以同時並駕四匹馬直穿樹身過去，然而他們的營養法，還是和最初海底所有的植物一樣。就是因為遠年前的小植物，和今日的大樹，完全一樣的營養，生長，呼吸，所以我們把他們合在一起，都叫植物，說他們的生命，是植物性的生命。

現在讓我們察看植物怎樣比從前變得更加奇妙，等我們看過這植物生命的歷史以後，再來細細研究植物怎樣輔助我們。

倘若我們很深的向地下掘，我們便看見各層的泥土不同，掘了一層，又是一層。這些不同的地層，現在雖在我們所住的

地面底下，但是多少年前，他們也曾在地面上，後來上面儘量蓋沒，所以我們掘下去，還看見許多種類的動物和植物，這些都證明他們從前在那些泥層上生過的，我們由此可以研究地球上生命的歷史。至於動物的生命歷史是最重要最有趣味的，而人家已經細心研究了多年了。我們關於這問題後面再講。然而人們從岩石上稽考



生命起始於海中，而可以算為第一種生物的，也許就是海藻，像我們在海灘所見的那樣。

出植物的生命歷史，還沒有多少。這當然你可以猜得出，何以搜求多少年前植物的歷史，比搜求多少年前動物的歷史為難？凡是動物差不多都有骨頭，這骨頭是堅硬的，能存在多少年代不化，或者總可存留着痕跡經過少年代。植物是很難這樣經久的，因為植物大概都是柔軟的，最古的植物完全是軟的。然而我們近來也研究出很多植物的歷史來了。我們所發見的是：如果掘得很深，一直掘到地殼那一層，在那一層上面，一點動物植物的遺跡都沒有。在這些地層之上，我們可以着手稽考生命最初的歷史——植物性的和動物性的生命歷史。

生活在地球上最初的生物 或許你可以猜着，最初有的植物是那幾種植物？從前既沒有樹，又沒有花，不過有幾種像海草的植物，和簡單低級的植物，像現在最低級的植物，如香菌，鬼傘之類。那些在這上面刻苦研究的人，推定在生命的始祖，就是現在我們稱做微菌的，那種植物，那些微菌到今日往往能進入我們的身體，使我們害病。又我們還可以——這是很有趣的事——有充分的證明，使我們相信世界在最初有動物的時候，那就已經有綠色的植物——最簡單的一種綠色植物。要說明何以這綠色是非常重要的，是很容易的。因為我們不久，就可以明瞭，植物有了這綠質纔能利用空氣營養，這是動物所不能的。所以我們一尋着動物的遺跡，就可以追求綠色植物的遺跡，因為我們相信沒有綠色植物，決不會有動物的。

多少年前的高大鳳尾草現在已經變成煤炭了 所以當我們追尋我們所希望發見的綠色植物的蹤跡——這意思就是說至遲和最初動物同時發現的——的時候，我們一定非常快樂。在我們不能找到那時代的植

物之前，我們便不明白動物怎樣會生存的。

於是我們更向後追尋，探究歷史的後部，近着我們現在時代，我們知道植物生命愈過愈多，體幹也愈變愈大愈壯。現在到鳳尾草的時代了，在這時代內，世上各物都是適宜於鳳尾草生命的，所以使牠發達蕃盛了很久很久的年代。他們並且也變得很大——高大鳳尾草現在已是沒有——他們所活的年代一定是非常久長。現在他們的遺軀變成煤炭很有用處，目下全世界各部都找得到的。

世上最初有花的時候，但是在這些時候，看不見什麼高等植物的遺跡，樹和花都沒有，或者用我們一句常話來說，沒有『花卉植物』Flowering plants。或者你要想花卉兩字，拿來用於樹木是可笑的，雖說你明知很多樹木也開花，但是有許多樹木不開花，然而實際上，各種樹木都開花，沒有一個不開花的，各種樹木正是花卉中最大的最奇怪的種類。在鳳尾草時代以後，不久就有花卉植物出現了。當這種新的植物生命一出世，他們就有他們生活的地位，大概許多種植物經過了全盛的時代，或是完全消滅或是差不多完全消滅。這花卉植物比以前的植物恰巧些，他們在那時候的世界，比別種植物更適宜些，所以他們能發達。正如動物一樣，脊椎動物在動物界裏做王，開花的植物，也在植物界裏做王。他們現在還沒有把其他種類完全淘汰哩。

我們現今還能找到那些低級植物，和那很深的地層裏找到的許多植物，就是在沒有花卉植物以前生存的植物相差不多。但是植物的歷史，也是慢慢的從很小的，到一種很大的花卉植物，連一切大樹都在其內，其他各種植物，可是仍然生存着，但是花卉植物做了他們的王。

植物並無新的事情，習得不過從舊的事情上改良。雖是經過多少變更，經過很長久的歷史，最初植物的力量，和造成植物的樣子，到今日依舊相沿下來，所有的分別就是那原有的力量，過了多少時代，愈過愈進步罷了；例如大樹所以能勝過鳳尾草和青苔，只因大樹已經把鳳尾草等做得不十分好的地方，改良進步罷了。

我們將要知道動物的情形，是和上述不同的。幾千萬年來他們加添新智識，造成新力量，弄得這樣的可驚，幾乎叫我們猜不到那些新智識新力量是怎樣來的；但是植物世界不過把最初所做的事，改良進步些罷了。所以就他們的長久歷史而論，動物和植物的主要分別就在這點。

植物的大秘密

我們現在更要進一步進一步的研究植物怎樣用奇妙的法子，使世界上萬物生存，我們再讀下面，就明白怎樣很複雜的資料，使草呈綠色的。沒有這綠色，我們就不能生存。我們知道空氣都含着碳酸氣，對於我們和一切動物是有毒的。但是植物有個秘密的妙法；牠能分解這碳酸氣來供牠的營養，把碳酸氣吸收在牠身子裏，變成給我們吃的食物，使我們能度活。植物做這樁事是利用世上最大的能力，就是日光的權力。因為植物的葉子，又平又薄，所以牠能盡量的吸收日光，因此能利用太陽的能力來分解那碳酸氣，成爲兩部分。一部分植物自己吃下去，還有一部分很純潔的退回空氣裏。假如沒有這植物的能力照這樣做，世上各處都沒有生命，而全世界便要死去，和一塊石頭一樣了。

讓我們現在來研究，什麼叫做植物呼吸？假如我們能明白一種植物怎樣呼吸，我們就能明白一切生物以至我們人類的怎樣呼吸了。我們談到呼吸，我們常常以為就是把空氣吸到我們肺裏去，然後再讓牠出來，使我們的胸廓在那兒一起一落動的樣子。

可是植物並沒有胸和肺，很多動物尙且還沒有胸和肺呢，但是他們都能呼吸。生物不一定要那麼一起一落的動纔能呼吸，不過我們是這樣呼吸；因為我們已經學得一個特別呼吸的法子，呼吸得很快很便當。但是各種呼吸，無論是植物，橡樹，魚，或人的呼吸，其實都是一樣的。

在生物生活的地方，不論水裏或水外，一定有一種特別物質，叫做「養氣」——這就是空氣中最要緊的部分。空氣中有這養氣，水裏也有的。住在空氣裏的生物，在空氣裏吸收養氣。若生長水裏的生物，便吸收水裏的養氣。最初的植物就吸收水裏的養氣，因為他們生長在水裏，和現在水裏的許多植物和魚蟹等種種水裏的動物一樣。但是後來的植物，如花卉植物，就和動物一樣，從水裏移到陸上來了，所以他們也吸收空氣裏的養氣，和貓，馬，鳥，人，一樣。

呼吸共含兩步動作，時常一進一退；第一步動作，就是吸收養氣，這動作凡是生物都要做的，因為牠一不吸收養氣，必定要死的。但是呼吸的第二步動作是什麼呢？這問題你一定要問到了。我們想起這問題，我們立刻可以想到這養氣，呼吸進去之後必定到一個什麼地方去，必定要有什麼變化，這第二步動作是很簡單的事，就是把這養氣退回空氣裏，或水裏罷了。

如果沒有別的花樣，那是很沒有意思；呼吸就毫無價值了。但是裏面有個要點，就是養氣進來的時候是單獨的，單是養氣本體；回出去的時候，帶些別的東西出去；因為有這一種作用，所以才有變化。這帶出來的東西，說來你們或者不相信是和煤炭、金剛石、鉛筆的質料一樣的炭質。

在動物體內和養氣相遇的炭質，或在植物體內連結於養氣的炭質，如果你能看見牠的形狀和養氣一樣的；但是你無論如何凝神看着人呼吸，你也不能看見。牠出來之後和空氣混合，然而你不能看見牠的，你透視牠也和透視養氣一樣。這樣東西也像養氣，也像從管子裏通到管子頭上會燃燒起來的煤氣一樣，是一種氣體，這種氣體的專名叫『炭酸氣』。不論什麼生物，自生到死都是吸進養氣，呼出這養和炭化成的東西，叫做炭酸氣。

植物也是這樣，因為他們也是生物，他們不做這事情也不會活。但是這呼吸，不算植物專長善做的事。實在植物，只要略為呼吸就夠使他們的生存了。無論如何，植物多少要呼吸一點，這很容易證明的，因為你能悶死一個植物，和悶死一個動物一樣的便當靈驗。假使你把一個動物，擺在沒有養氣的地方，你一定把牠悶死，如果把植物這樣弄，也會悶死。假使沒有充分的養氣，不是時時刻刻，日日夜夜都有這養氣，那麼小到微菌，大到人類都要悶死的。

因為凡是生物都是這樣，我們對於植物也不要忘記這情形；但是同時植物所需的養氣，比動物少得多，因為植物呼吸很慢，而且最奇妙的一件事，植物專長會做的，正是和呼吸相反的一件事，這事沒有一個動物能做，動物都要靠着植物代他們做。我們所說能做那件奇妙事的植物，就是綠色植物，間或不是綠色，像棕色的海草，也是

一樣的。在顏色上的小分別是無關緊要，因為做成那海草的棕色和做成那青草的綠色的質料，實在是一樣的。因為這種質料是非常要緊，所以我們一定要把各植物分為兩大種——有綠色或棕色質料的，和沒有那種質料的。第一種，我們叫牠綠色植物，對於這種植物我們一定要細細的來討論。

差不多各種植物都是綠的，祇有我們適纔已經說過的一兩種不是的——譬如香菌之類。你決找不到一個綠色的香菌，或綠色的鬼涼傘。我們可說那種沒有綠色質料的植物，是特別種。我們一定要想他們不做那些植物應做的事；他們已經失去了那植物最特別最重要的一種權力所以我們且把牠放下不提。

其餘各種植物的綠色質料，實在都是一樣的，無論何處總是相同——雖如海草的棕色也是一樣的。不論一顆青菜，一根草葉，一片樹葉子，或水上的浮萍都是一樣的質料。這質料有個特別的名稱就叫『葉綠素』。

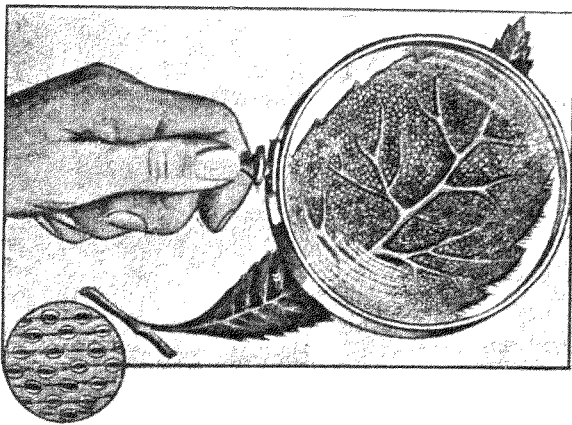
這葉綠素是最緊要的，因為牠使植物能做我們立刻就要談到的事。但是我們一定要從頭上說起——這頭上不是指葉綠素本身，卻是那偉大光明的太陽。單是那葉綠素自己，不能做什麼事；非但於植物無用，並且還要增加植物的負擔。假使你把植物完全不見太陽，他們真的立刻就要死了，無論如何，那葉綠素就要失盡了。那葉綠素，原來是太陽造出來的，造出來之後，牠對於植物惟一的用處，就是助植物能受太陽的裨益。

這是很重大的事實，假使我們直接向後談葉綠素所做的事，不先把太陽所做的事明白得十分清楚，就一定大錯而特錯了。沒有太陽地球上就沒有生命了，正如我們前面所說的生物全靠著互相幫助，倘使不互助就不能生存，大家都要靠著太陽纔能存在。

一切生物靠着互相幫助，纔能互相營養，所以我們叫他們同夥也非常確當；但是沒有太陽，誰也不能營養誰，大家都要死了。實在我們大家全仗着太陽的強光和權力過活，說起葉綠素的奇妙本領，就是使我們能利用這日光。最初太陽先代植物造出葉綠素來，然後用牠來營養綠色植物，以及一切生物，連你和我都在內，因為我們吃的東西，不是綠色植物，就是吃綠色植物生長的動物的肉。

沒有太陽地球上就沒有生命；無論在什麼地方，已往或將來，逃不出這個例子。

假使太陽沒有了世上各種東西都要死盡，所以這葉綠素，雖是沒有牠就沒有生命，但不過是一種單用來造生命的器具。假使太陽滅了——固然決不會有這種事——凡世界上的葉綠素，完全不能幫助我們，一切植物動物立刻都要死了。所以從前有些無智識的人崇拜太陽，也有些解釋了。我們遇着晴天出外，去享受太陽的光華和溫暖，我們一定要記着，假使沒有太陽，我們就不會在這裏。人固然是這樣的；就是那住在黑



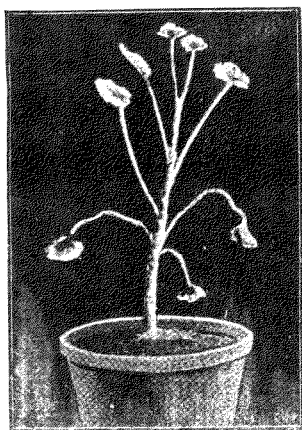
這圖所示的是植物用來呼吸的肺。放在顯微鏡底下，那葉的肺叫做氣孔的，就可看出植物在空中所吸收的養料都由這氣孔吸收進去。我們知道植物也要呼吸，因為把空氣斷絕了，牠就悶死。左上角這個小圈，就是肺的放大圖。

暗裏的動物，也是這樣的；樹，魚，海藻，微菌都是這樣的。

其中有許多，像微生物，會被陽光曬死的，所以他們一定要躲避日光；若使日光太強，就是我們也要發日射病而死。但是微生物，也要靠着太陽過活，因為牠所吃的東西，沒有一樣不靠着太陽生存。

現在我們已經曉得，太陽是怎樣的重要，所以對那葉綠素另有一種新趣味，因為牠是日光用來造生命的器具。

一片葉子所以要平而薄的理由 你記得我們已經說過，那葉綠素的細點子，使葉子呈綠色。除葉子以外，在植物別的部分，也有這葉綠素。我們知道，那玫瑰花的花的莖幹也是綠的。但是葉綠素大半都在葉子上，葉子爲了這葉綠素纔生存。葉子是植物運用葉綠素的器具。我們想到葉子，就知道是有特別的樣子平而薄的。西也用葉字來比仿。



這兩圖表示植物怎樣要有陽光。左圖的植物，放在黑暗中，就十分的憔悴。右圖的植物，放在陽光中，就非常繁茂。植物的葉是扁平的，所以可盡量吸收陽光，而陽光的力，可幫助葉綠素把碳酸氣分拆兩部分，一部分牠自己吸收了，其餘的送還空中，使空氣常常清潔。

因為牠是平而薄的，所以我們說到別的植物，平而薄的東西。

但是這裏面一定有個理由：何以葉子是平而薄的呢？葉子的存在是要盡量把葉綠素曝露在陽光裏頭。假使葉子是圓球形，那麼只有在表面的質料，並且還要在向陽的那一部分，可以受着日光。其餘的全要在黑暗之中，可以說是完全沒有用了。假使你高興，你試想，再有什麼好的形式可以使葉綠素質比現在你所看見的葉子多受些日光？但是你一定想不出來。或者你從前沒有自問過，爲什麼葉子要像這樣子？但是這問題問得很有價值，這答覆就是：再不能想出一個別的好樣子，能使葉子像現在這樣有用。

陽光與葉綠素有什麼作用 葉子的目的，就是盡量把葉綠素曝露在儘多的日光裏，牠這分職務做得很周到。但是葉子當然有兩面，一面向太陽，還有一面一定在背影裏。但是因爲葉子是非常之薄，所以陽光能曬透到那一面去，使葉綠素一點都不浪費。

有時葉子雖稍爲厚些，你可以看見，只有很少很少的葉綠素是耗費的，因爲那時，全部葉綠素都聚集在葉子陽面，所以陽面現深綠色；並且你如果把牠翻過來看，簡直不綠。若葉綠素不見陽光，簡直沒用。但是你看事物如何巧合葉綠素，最初是由太陽造成的，牠造成的地方，就在太陽照着葉子上的地方，牠的有用也就在那地方。現在我們要談到更難懂的東西；但是也不至於太雜，因爲牠對於一切生命都是必需的，所以又是很重要。我們剛才已經承認葉綠素，要利用日光做出些事來，或者說得更好些，日光要利用葉綠素做出些事來。究竟是什麼事呢？

植物怎樣靠空氣生活

這裏把植物怎樣靠着空氣生存的情形，說得更詳細些。我們沒有一個人能靠空氣生存的，但是他們也不過呼吸空氣而已。植物的大秘密，就是能靠吃空氣生活。植物裏面的葉綠素，是由日光造成；牠就在日光照着葉子的地方造成的；造成之後，牠利用日光做一件很可異的事。牠吸收空氣中的碳酸氣進去，分成兩種物質——炭和養。那碳酸氣是有害的，但是植物把牠分成兩種東西，做成食物，不但植物自己吃，並且我們也吃這食物。這就是植物和日光的作用，恐怕這是世界上最會利用能力的了。

假使我們回想我們研究植物怎樣呼吸的那些話，我們可以記起植物周圍都是空氣。我們已經知道，空氣中含有養氣，那是一種氣體，但是還有許多別的氣體在裏頭，我們所吸的空氣，是一種許多氣體的混合物。植物和動物，都呼吸空氣，但是一切綠色植物，都做一種動物所不能做的事——他們吃空氣。他們所吃或靠着營養的空氣中的氣體，奇怪得很，就是植物自己呼吸時，吐出來的氣體——碳酸氣。我們已經知道，那碳酸氣是兩種資料做起來的——炭和養。炭質是非常重要的，不但因為牠做成金剛石、煤炭，和筆鉛，並且在一切動植物等生物的食物中，也是必需的一種質料。

凡是空氣中都含些碳酸氣。就動物而論，這氣質是有害的。假使空氣中這種氣體太多了，我們就要死，因為我們不能利用那氣體。我們在房子裏生活的一種難事，就是要使空氣常常新鮮——那意思就是防有過分

多的炭酸氣。這氣體雖是於我們和一切動物有害，然卻是植物的食物；但是假使這種氣體不是植物的食物，牠也不能來害動物，因為那樣一來，就沒有動物給牠害了。這就是生物互相倚賴的道理。現在的大問題就是：植物用什麼法子，使炭酸氣做牠的食物？這氣體本身對於植物也是沒有用的，同對於我們一個樣子。我們已經知道，植物也和我們一樣的呼吸，把這種氣體呼出來的，假使牠再把這種氣體吸回去，一定要被這氣體害死的，就像我們接連自己呼吸自己的氣息或別人的氣息，一定也要死。

植物能將這氣體當做食物的唯一法子，就是把造成這炭酸氣的兩種質料分開——炭和養——留下那能做好食物的炭質，把養氣退回空氣裏去。你看這是同牠呼吸的時候所做的事正相反對。但植物只在白天做這事，因為這事要仗着太陽的能力纔成功；雖說他們只有白天做，然而呼吸是日夜不停的，可是他們呼吸很慢，而分解的事卻做得很快，所以照那樣長做下去，他們吸進的炭，比他們吐回空氣中的炭更多，他們用這炭質，造成他們自己的軀體。這就是他們何以會長大的理由，同怎樣生長的情形；植物是終生成長的，但是人類，我們都知道只有兒童的時候成長幾年，後來就不再成長了。

這實在是世上動物和植物一種最大的區別，這分別完全仗着植物有這很大的能力，把炭酸氣吸下去，分解成炭和養，把養氣退回空氣中，用那留下來的炭，造成他們的軀體。各種綠色植物，在每二十四小時以內，當天空有充分的日光，都是這樣做。他們用炭化入體內的時候，就把炭質同別的質料相合，配合得使一切動物可以吃。

我們所知道的關於植物最重要的事情 一切動物和植物一樣，也需要炭質，但是假使我們沒有別的東西，

只有空氣裏的碳酸氣讓我們吸取炭質，以及煤礦裏的許多炭圍繞了我們，還有多少噸數的筆鉛，和幾萬磅的金剛石等炭質，我們一兩天之內，一定要餓死的。假使這種炭質都可用的，世上正有無限的炭質可以養活無量數動物生命了。故事上有一個呆王，他起先想一切東西都變成金子，等到都變成了金子，他纔覺得那些金子無用，因為金子又不能吃又不能喝。動物也和那呆王的情形一樣——所需的是炭質沒有就死——不能靠着金剛石，或空氣裏的碳酸氣過活。而綠色植物所有最重要的事實，就是他們能吃空氣裏的碳酸氣能靠着牠生活，化成他們的軀體，把他們的軀體做食物給動物吃，假使沒有了他們，全動物界，連我們自己，必定都死了。

葉綠素所做的奇妙工作 葉綠素是怎樣呢？牠做的什麼事呢？唉，沒有了牠上面所說的那些事，一樣都做不起來。

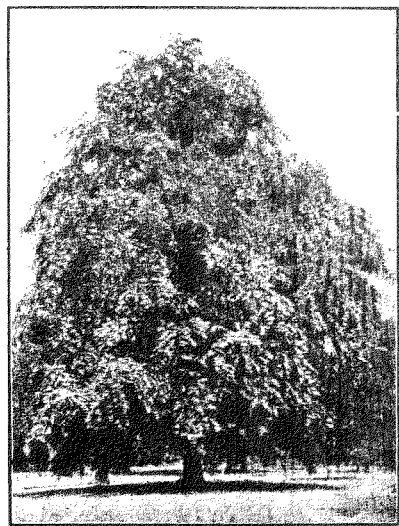
讓我們來考究，究竟牠是怎樣做的？我們已經知道，碳酸氣是炭和養合成的，這兩樣結合得非常之牢固。除非你是綠色植物，若要把碳酸氣中炭和養分開，是世界上最難的事。炭和養，結合得非凡之牢固，一定要非凡之大力量，還要適當的方法，纔能分解他們，一不當心，他們纔分開，又復結合起來了。以上所說的這些事，都是因為不是綠色植物的緣故。不過在新近的時代，經過很大的困難，和耗費多少時的處理，冒了很大的危險，人們纔能夠分開那碳酸氣裏的炭和養。但是假如是個綠葉子，那情形就大不相同了。

綠葉裏的葉綠素，自己並沒有這種能力。我們知道要分開兩樣堅結的東西，一定要能力，譬如一個釘打在牆裏越深，你拔出來用的力越大。

植物怎樣利用世界上最大的能力 世界上能力，沒有再比太陽光大的了。植物知道，人類也知道。所以

當人類想怎樣分解炭和養的時候，當然也要借重太陽的能力來勝過兩種堅結的能力，人類能利用日光當然和植物一樣——並且尤覺更好。人類能把日光收藏起來，把牠變成別的形態，再放出這種能力來，比植物所能利用的大得多——那意思就是在同一時間內，人類能利用日光比較植物要多得許多。雖在最暖的夏天，在世界上最熱的地方，太陽直射在地上，在錶聲一的搭間，植物所用的日光，微乎其微。人類可以有千百種方法，能把這日光收藏起來，所以在錶聲一的搭間，人能利用葉子一世所用的日光幾百萬倍哩。

假使一個汽機裏的能力能夠適當使用，可以把一隻大船拖過大洋；但是假如用的不適當，牠走牠的，並且還能殺死千萬人。所以無論什麼東西，有能力和會用能力是大有區別的。無論葉綠，汽機，以及旁的東西，都有這個真理，在這個真理裏面，可以著出一圖書館的書來呢。這的確是世界上最真埋之一。金錢就是能力，用了牠能做很多偉大的事業。一個人有了充足的金錢，每年可以救無數的性命；但是我們大家



樹的葉子是扁而薄的，所以能吸取多量陽光，如同這樹一樣，那白色的葉，就是為陽光所射到的。

都知道，假如要拿牠來謀利，就不足貴了。你一定要知道怎樣用牠，應用牠，和支配牠。當今有錢的人多得很，他們用這錢，傷害他們自己，或使別人窮困。又如聰敏也是能力，但是用得不得當，也是無用。世界上曾經有過一個最聰敏的人名叫拿破崙，他聰明得很，有能力，如果他把這能力用的得當，他可以把後來的世界造成一個更好的更快樂的地方。但是他不知道怎樣用，反害了至少八百萬的人命，擾亂了世界上無數人的快樂，竟弄到自己身受監禁死得苦惱。那就是有能力和會用能力的區別。

現在讓我們歸題，再談綠葉子。那照下來的日光，就是能力。聰敏人聚集起來費了很久的處理，能夠取得比葉綠更多的能力，但是因為不會應用，所以不能做綠葉子所做的事。那綠葉裏的葉綠素，能夠應用日光來做他們的工作，那工作就是把空氣中碳酸氣裏的炭和養分開，留下炭質給植物用。這事做得沒有聲響，沒有大驚小怪，用不到什麼機器，用不着什麼大熱，不要花費什麼，也不要把什麼東西弄壞。

在這奇怪世界上，我想不到再有什麼東西，比這樣會利用權力得再完善些。這用法不但是最好的，並且是最完善的了。假使沒有這完善的方法，這赫赫的地球，和一切生命的奇事——樹，魚，鳥，人——全都要和石頭一樣死的沒有生命了。所以如果你是個好小孩子，跑到花園裏去，對着頭上的太陽，和腳下的青草，行一個脫帽的敬禮，也不算荒唐。

爲什麼一個小孩子向着太陽脫帽不算是荒唐呢？你們果然比太陽或草木更加了不得的利害，他們的利害不過是能使小孩子們會哭會笑。話雖如此，誰敢不承認，就是小孩子也應當敬重他們哩。

生物怎樣從海裏出來

生物起始於海底。我們已經知道，各種生物都要有食物維持牠，在未前海之前，世上一定不能有生物所吃的食物。因為生物一定要有水——全地球上沒有一樣東西能無水而生。滿佈地球上的大水裏，擠滿了無數的生物，海底就是那些生物的孳子，他們在其中生生死死，死死生生，人們萬不能看見的。然而在海裏的生物，決不能成爲重要的，因為生物需要氧氣，但是海裏的氧氣很少。最初的生物，一定漂游到海岸上來——或者受了月亮的幫助，起了潮，潮漲的時候把他們打到海岸上來，第二次潮來，又把他們帶了回去，所以生物能常到陸地上來，慢慢的習慣了。生物到陸地上，可以得到牠所需要的氧氣，所以生物一切的進化，全在陸地上造成的。

我們的確知道，在地球歷史上，一定有過一個生物都沒有的時代。牠的原故，我們已經說過，是因為從前地球太熱，不能容着生物。我們要說生物的歷史，慢慢講到我們人類生物的歷史，定要清清楚楚從地球上初有生物的時候起頭，照這樣講下去，一定是很有趣味的。

第一層，生物到底要什麼東西，纔可以生存？我們知道，生物一定要有一種食物。我們還知道，一切動物，無論大小，都要靠着植物來代他們造食物，而植物卻能利用空氣中，水中，地球中最簡單的東西來生長的。所以植物一定是最先有的，單就需要的食物上論起來，植物還可以發生得早些，因為他們所需做食物的簡單東西，地球

上早就有了。但是有一種他們所必需的東西還沒有出現，這重要的東西就是水。

我們要懂這個道理，讓我們想想水是有三種狀態存在的。那流動的液體我們叫牠是『水』。假如我們使牠很冷，牠就變成堅硬的固體，我們叫做『冰』——但是冰和水完全是一樣東西。假如我們又把牠放在鍋裏煮，煮久了，牠會變氣騰到空氣裏去。這氣體也像空氣中別的氣體是看不見的，但是牠和水還是一樣東西，其實空氣中常有變成氣體的水在裏頭。我們曉得牠還是水，就和冰也是水一樣，不過牠一時不是液體的水，是氣體的水，就同冰是固體的水一樣。這都是很簡單很易明的，雖是我們不見得想着，我們大家都有幾分知道。若一個人連這一點都不想到，那實在不能曉得什麼事。這事雖是很易明的，但是世上再沒有比牠更大些更重要的事了。

因為在很熱的時候水是不濕，卻是成了一種氣體，從前全地球上的水也都是氣體，那是一定無疑的。究竟在多少年前就有了不論那一種形態的水，那一種沒有人能說得出，但是我可以說，在未有生物之前幾百萬年無數時代前已有水了，祇是在未有生物以前，那些水都是氣體。關於生物第一件事實，或者就是他們一定要有液體的水。沒有液體的水的地方就沒有生物，並且不能有生物。當地球上只有氣體水的時候，那就沒有生物。

地球在多少年中間，越變越冷，總是慢慢地歸到一個結果，那就是變到那樣冷法，使在包圍地球硬殼的水氣一部分變成液體的水，若除開生物，無論氣體的水和液體的水沒有什麼大分別，這一種在頃刻間變成那一種，變來變去可以變幾千萬次還不止呢。但是就生物而論，那氣體的水和液體的水分別，就在水變成氣體的時候，生

物不能生存，水變成液體的時候，生物纔能生存。

我們雖不知道生物自己是什麼樣子，但是無論牠是什麼，我們一定知道牠總是在液體水中間出現的。

爲什麼一切生物必先起始於海裏？我並不是說，一有幾滴水從天空下降到地球低的地方，就有生物。這水也許在未有生物多少年以前，已經有了；可是生物一定不是在未有水以前有的。還有一層可以無疑的，就是初有生物的時候，一定先在水裏有的。

地球上第一陣大雨，一定是沸水；所以那水聚起來的第一個池子，一定也是很熱的——對於生物嫌太熱。雖說生物，能夠住在水裏，並且必定要住在水裏，但是水不能太熱。沸水能殺死一切生物的。但是時候過久了，地球變得涼些了，那池子裏面的和湖裏面的水，也變得涼些。恐怕那時候，地面上所有的水不但足以成池沼和湖，並且也夠成海洋了。

世界上第一個理想這事的人，是一個法國偉人叫蒲豐 Buffon 的，他說大概生物在南極北極附近的海裏先有的，因爲我們猜想那些地方的水，不比其他部分的水所受日光和熱度那麼多，所以在那幾部分的水，應當先冷，先冷到使那些生物能夠生在裏面的地步。我敢說他這話很對。無論如何生物一定是在地球上水先冷的地方先有的。

鋪滿洋底的生活的地氈 現在海裏盛滿了生物，正如當日生物發生在水裏的時候一樣；我們一定不要以爲水裏除魚和海草之外，沒有別種生物。佔地球大半的海洋裏的水，都是擠滿了生物。我們一定還要記着，全

海洋底的地面——佔了大半個地球，都密佈得沒有縫隙的，許多生物在那兒，生生死死，人萬不能看見的。他們做成了一種生活地氈，鋪在洋底下，一點縫隙都沒有，而在那毯子上的水裏，也擠滿了千千萬萬的各種活潑的生物。生物是產生在洋裏的，現在洋裏所容納的生物，比陸地上一切生物多得多。

到世界上來的第一種生物 現在我們用最簡便的方法，來敘地球上生物歷史的各種時代；所以我們不必講頭一種最簡單的生物是怎樣的，我們只要望前敘述歷史。我們單要記得第一種生物，一定是幾種植物，因為那時候除了幾種最簡單的營養物供給他們之外，沒有別的東西了。那些簡單的營養物，只有植物能用。年代過久了，第一種生物，生出許多別種東西出來，他們和生他們的父母，大不相同，分出了多少種類，所以海裏不但容多少生物，並且容多少種類的生物；頭一種生物，一定也在那裏發生的。

生物移到岸上時的大變化 在地球上總有一個時代出了一樁很驚人的事。在海裏的生物像過去和現在各種生物一樣，一定靠着液體的水方能活着，一定曾經大膽離開了海。要曉得這是一樁很勇敢很偉大的事業。

或者他們中間有從海裏飛到空氣中來的，但是我不信會是這樣。你知道那是一樁很快的變化，並且很難做到的嗎？那實在的情形，大概是生物游到岸上來的。我這樣說法，不過是叫你們容易記着；但是我十分相信，那種偉大事業，並不是真像游泳一般移到陸岸上來的。我不知道可有那一個小孩子猜得出，怎樣從海裏移到陸岸上，纔能不覺得變得太快，並且要不費事而做成功的。因為你知道，他們決沒有存心要做這事。請你們猜

猜看，猜出來再看下文。

怎樣月亮會許幫助生物游上岸的？我想起來一定是月亮幫助着生物游到陸地上來的，因為月亮能激起潮汐，把生物打到岸上。我想這也是萬物互助的真理的一個證例。就我個人所知道的，從前沒有人說過月亮在生物的歷史上是有功的，但是我想起來，月亮一定有功。

潮汐做別的東西所不能做的事，牠能使生物從海裏遷移到岸上來，因為牠叫生物不覺得變得也太快。我們知道現在有許多生物，能教訓我們這些學問。水裏是他們相宜的地方，最好是在淺水靠岸的地方。他們常常住在石縫裏，當那潮汐來去的時候，他們就學習怎樣的可以暫時離開了水。你豈不能設想他們怎樣能學習許久，就能到陸地上來住，完全不要水了嗎？我的意思並不是說他們，或其他任何生物，能離了水會活的，因為一切生物總在水裏，雖說我們落在海裏要淹死，然而我們身體就含四分之三以上的水分。我的意思是說那些生物，怎樣能學習不在水裏面生存。

這從水裏到陸地上，是從有生物以來一個最大的舉動，這理由是很對的，不過一時不容易想出來。

為什麼生物一定要到岸上來纔能發展？為什麼生物在水裏不大發達，到陸地上就進步得這麼快呢？牠的實在理由在那裏呢？在我們未答這問題以前，讓我們記着，生物在海裏沒有什麼大進步。海裏天然有的最高等生物就是魚，而最美麗最大的魚，仍是很笨很低級的。他們身體是很冷的，和周圍的水差不多；他們沒有什麼知覺，我想他們如果長此住在海裏，一定不會有什麼大進步。

實在海裏也有些很奇怪的生物，如鯨魚、海狗之類，他們的血是熱的，雖然他們的樣子像魚，但實在不是魚，在他們的歷史上算來比魚類要高得多，而年代幼穉得多。但是這些生物雖住在海裏，他們也呼吸空氣，就是那最聰敏的鯨，也要常到水面上來得些新鮮空氣。我信這一點就是水陸的分別。

我們知道各種生物，一定要呼吸，不呼吸就死——那就是說牠一定常常要供給新鮮的養氣。所以生物發達的程度，全憑所用養氣的分量多寡。所用養氣分量的多寡，自然要靠那所在的地方，能夠得着多少養氣，那是很明白的。

生物的呼吸氣怎樣帶到海底下去的，所以生物雖發生在水裏，並且在水裏住了多少年代，在那時候別的地方一樣生物都還沒有，因為在水裏所得的養氣很少，所以決不能有多大的進步；譬如你沒有多少錢，又不能賺進多少錢，你能花費的錢一定就有了限制了。在水裏的生物過了許多年代極力想法，怎樣利用水裏所有的養氣愈弄愈精。但是當他們已經學全了，怎樣充量的利用養氣，就再沒有別法了。

這海水裏的些須養氣——雖少但也維持不少生物——全是從空氣中得來的。所以在水面上空氣多些，越到底下越少。在那深洋底下的生物所得的養氣，是從冷水流裏帶下去的，那冷水流在冷的地方，一定在水面上流，到熱的地方，就慢慢望下沉，帶着生物所必需的養氣下去。

怎樣最初生物會慢慢的到岸上來，我們知道，那靠海邊的水是很淺的，潮流不絕的鋪成薄層的——若不小心，便把你的腳弄濕的——那種水含有養氣一定最多。所以我們可以說，這就是那種水裏同海邊岩石上能

有許多生物的原因；那一定是慣於多用養氣的生物，後來學會沉溺——我說的沉溺，並不是沉溺在水裏，卻是從水裏沉溺到空氣的大洋裏去。水裏的養氣，不過是空氣中一部分的養氣，分給牠的空氣中只含五分之一的養氣，所以水裏的養氣和空氣比起來，簡直像一個窮鬼和一個財主的比較。

所以生物從水裏移到陸上的步驟，是很有價值的。我想起初一定是很困難，因為吸水裏養氣的器具，不適用於空氣中吸養氣的。我們大家都曉得，然而是很奇怪的，魚拿出了水，雖是周圍的養氣比在水裏多得多，但是牠會死，會因為缺乏養氣而死——那就是說牠被悶死了。要知道牠沒有肺，只有鰓，那種器具祇能在水裏瀦取養氣。

生物經過了這個大步驟就開始牠的新奇的進步 所以生物初到岸上來的時候，先要學怎樣造出肺來，利用空氣中的養氣。沒有肺，生物雖住在養氣很富的地方也要死，正同魚一樣，在無限量的養氣中反因乏養氣而死。然而這很大的困難，終究有法子脫離的，我們已經說過，潮汐常常幫着生物，使他們學習怎樣呼吸空氣，一浪把他們帶到岸上來，讓他們有機會學習，一浪又把他們帶回去，恢復原來在水裏的呼吸。所以經過多少年代，經過多少次失敗之後，纔有那很大的舉動；雖是有很多種生物，到今日留在水裏沒有出來——因為現在水裏還有和從前出來的魚一樣的——然而在生物歷史上一切偉大高超可驚的進步階級，全在這時代以後，就是在陸上生活歷史裏的進步階級。我們現在要談到這歷史了。

動物爲什麼需要陸地

我們知道動物是從海裏出來的，而其真真進步的起點，是遊近海岸的時候，在那時候可以找到在海裏所不能充分得着的養氣。沒有養氣，動物就不能有體溫。假使養氣不能從空氣中取出，血液因失去體溫就不能流動，因此血液冷了而致死。不論男人女人和陸地上一切動物，都有熱血，但是魚類沒有。因爲魚類是冷血，所以生活不能進步，他們又不能得高等的生活。然而動物離開水而得到溫暖，必定要在水裏纔可以保存。這是動物的很奇怪的事，各種動物，如洞裏的老鼠，林中的獅子，空中的百靈鳥，以及學校裏的兒童，他們的身體中一刻離不了水，否則就要死的。所以動物雖然離了海來得溫暖，但是保持牠生活的方法，還是在海裏。

我們已經看見過呼吸水的動物生活情形了，現在要來研究呼吸空氣的動物的生活第一重要的事，先來區別這兩種真正不同之點安在，假使一個生物，在每分鐘內，不能消費一定分量的養氣，而能用壞十倍多的養氣，其結果就怎樣呢？我們要知道各種生物的生活，是一種燃燒作用，就是養氣與別樣物質混合，也像我們每天將煤和養氣化合而成火一樣。

水中動物所得到少量的養氣，僅足供必須的用處，不能多浪費一點，所以連體溫也不能保持。倘使你拿一條魚與你自己比較，立刻就知道其中最大的區別，魚是冷的，人是熱的，魚常常叫做「涼血動物」，和牠相對稱的就是「溫血動物」，鳥類的血是動物中最熱的。

海中的動物爲什麼要成涼血的呢？因爲牠消耗的養氣很有限，所得到少量的養氣，不够使牠身體發熱，所以魚類和別種涼血動物一樣，就其溫度而論，很像一塊石頭，或任何無生命的東西。你若把許多東西放在一間屋裏，過了好久之後，他們各個就差不多一樣的熱了；在這時候，倘使我們拿一罇熱水到屋裏去，水就要變冷，屋裏的別樣東西就要稍微熱些了，但是我們是不察覺的。這種一定不移的理由，就是任何地方的熱量，牠必定要散佈開來，使其四圍的東西一樣的冷熱。動物如魚類之所以涼血的，就是這種理由。牠和牠的周圍，是一樣的溫度。假如魚在很冷的水裏，牠也就很冷的；設或游到溫水裏去，牠也就熱些了；但是不能比水再熱。

這是魚類和一切涼血動物很重大的事實。任何動物，並不是一定的，差不多一時冷，一時熱，依照四圍的狀況刻刻變遷的。這是一個最重要的理由，爲甚麼水裏的涼血動物不能比陸地上的動物，能做出許多奇怪的事情呢？我們再來看另一個重要的理由。

動物怎樣燃燒以保持牠的體溫。讓我們來拿魚和熱血動物比較。放在你手裏的魚是冷的，你的手是熱的，你的身體也是熱的。所以和你的手比起來，就覺得別樣東西都冷，除非那件東西用了特別方法使牠熱。這個真理就是：呼吸空氣的動物，可以任意取用養氣，除去必要需用外，再浪費些也無妨。這種浪費就是用來在牠的內部燃燒，所以身體就發熱。但是這燃燒並不是說爐子裏的火，不可誤會。溫血動物，比牠的四圍熱的許多，因爲牠得到充足的養氣，可以在內部造成熱量。

這有什麼益處呢？爲甚麼溫血動物，比那些海裏的涼血動物，或陸地上低級的涼血動物，像蛙類的，伶俐而

奇妙得許多呢？先來研究溫血動物的意義，然後纔能明白這個問題。

各種動物內部的火是不絕的燃燒 這並不是說動物隨牠自己的意思要怎樣熱便怎樣熱的——譬如有一

天很熱的，過了一天就不這樣熱了。溫血動物的體溫是天天一律的。當你病的時候，一定用過檢溫計測量你的體溫。這是醫生要知道你還是太熱或太冷，或是正當溫度；因爲他知道，健康人的體溫永遠是一定的。溫血動物的溫度，每分鐘，每點鐘，從夏天到冬天，都是一定不變的，即使有微細的變動，人也不能覺察。在冬季極冷的天氣和夏季極熱的天，都是一樣的；無論你跑到北極地方，或熱帶的印度，也沒有什麼變動。如果你身體健康，溫度是永遠絕對不變的。

不獨人類如此，所有的溫血動物都是這樣。他們體溫的變動是極微的，即使有些微變動，時間也很短。不過數年之前，纔發現了幾種器具，可以測驗體溫的變遷，是極小的。

體內的火永遠在同樣熱度燃燒 我們人類既這樣，而狗，牛，羊，鳥，以及各種溫血動物，也都是這樣。但是魚類體溫的升降，就受外物的影響，因爲那日光照耀水上，或冷流流入，和別種事體而不一定。溫血動物雖然也受許多東西的影響，但是牠內部的火燃燒着，不致比從前更熱或更冷。

陸地上重要的溫血動物的體溫，不僅是固定的，並且還有一件重要事實，從牠固定的一點看出來。一個小鳥自然有一定分量的體溫，一隻象的體溫就完全不同，而人類又不同。但若把各種溫血動物的體溫比較起來，實際都是差不多的；不過鳥類比其他動物稍微熱些，但是其區別也很有限的。所以各種溫血動物，差不多在同

一點的溫度生活。究竟牠爲甚麼一定要這樣呢？

要知道生物必須有特殊的溫度，牠的生命纔能很好的維持下去；因爲生物無論在何處都是一樣，所以麻雀和象，那種特殊的熱度都各一樣的。既然保持這種特殊的熱度，牠們的生活就很安適。水中的生物，得到的養氣極少，所以不能有這樣生活安適的熱度。有一二種魚，似乎比四圍的水較熱些，但是也很微的。

等到多數生物移上陸地，他們知道怎樣吸取空氣，怎樣利用空氣中的養氣——於是能使身體發熱，而得到高等的生活。

陸地上的動物也有不知道怎樣利用養氣。陸地上有涼血動物，但是他們是極低級的，感受和魚同樣的困苦，常隨外界影響，而冷熱不定。這些涼血動物，不知道怎樣去利用空氣中的養氣，體內不能發溫，所以不能像一般溫血動物的生活高尚。

關於植物界，我們要注意一種很重要的事實，動物離掉了植物就不能生活。植物雖然也佈滿陸地和海底，但是牠並不利用空氣中多量的養氣。牠吸收且慢得異常，雖然有些植物，像魚類一樣，有時比周圍較熱，但也不很熱，絕不能達到像溫血動物一般的熱度。當生物移上陸地時，可以得到許多的利益，其主要的就是尋着充量的養氣。

動物步入空氣中並非很重要的。像鳥類離開陸地到空氣中生活，並沒有重大的關係。不能飛的動物和鳥類，也是一樣的生活在空氣中。鳥類固然飛翔於空中，時間很長，而人類除非借用氣球飛機，否則都是屈居底

下，但是鳥類並不能在空中睡眠，且不能在空中營巢，所以實在還是像人類一般的住居在陸地上，不過牠能任意在空中翱翔罷了。

所以就地點而論，生物的歷史，只有一個重大的變遷，就是從水中上陸地。鳥實在也是陸地上動物，牠雖然能高飛，但絕不離去牠根本的土地。

陸地上有大多數的生物並不比魚類進步。我們已經費去許多時間，研究生物從水中上陸地，爲甚麼這樣重要？要知道陸地上也有多數生物，並不是溫血，比較海中的生物並不見得有進步，有時且格外低下。第一我們看見的，陸地上有許多植物，有許多動物，實在是比魚、蛙、蜥蜴、蛇高等些，但是有無數的昆蟲，雖然生活在空氣中，實在比較魚類還要低下。昆蟲自然是涼血，也不可說牠是沒有血，因爲牠的血和人類不同。

我們現在知道，世界上無論甚麼地方皆有生物發見的。其數當與空氣、食物和飲料的分量一樣。無論在海中或陸地上，生物所能存在的地方，就有牠相當的地位。不過地球上雖佈滿着生物，但並非都是最好最高的生物。地球上大部分的生物，比較高等的，就覺得低下。當時代前進，高等形式生物慢慢占據下等的地位。海裏的生物，容或不是這樣，但陸地上的是一定如此。

僅有一種生物是永遠向前進行。世界上僅有一種形狀的生物是天然固定的增加，這就是人類。別種形狀的生物，因偶然的變故，一時增加或減少，但是人類經過數千年來，都是永遠不變的增加。當作者今日著書時，世界上的男人、女人、兒童比昨日增加了不知許多；而讀者讀此書時，人類又不知加添了若干。這樣奇異的事實，

自從人類初次出現起，絕不停止的進行。雖然這必定有停止的一日，但是我們不能說出他停止的時候。這是我們人類生活最大的事實，並且也是地球歷史中及將來變遷的最大事實；但是還有許多愚蠢的人，毫不注意。當人類增加進行時，估據下等生物的地位，使所有別種形狀的生物皆供人利用，連海中生物亦在其內。

倘使我們將這篇所述的，和上篇比較看來，就知道生物的歷史，大部發現在陸地上，就是空氣中的生物，並不是水裏的生物。雖然我們不必來多論海中的生物；但是不可忘却在起先生物常出現於水中，他處並沒有。

百靈鳥在空中帶着什麼東西 生活在水中的動物或植物，不獨如此，就是飛翔空中的百靈鳥，牠和水底下的扁魚同是一樣，沒有分別。百靈飛在空中，身體上必定帶着水分，倘使取去水分，牠就要死的。任何生物都有這種情形。

所以我們要記得，生物最初雖然生活在水中，牠現在的地位，遠不如空氣中的生物；但是空氣中陸地上的生物，無論在何處確非水分不可。有一個聰明的法國人，近曾研究動物體中的水分，發現其中含有各種鹽類的分量，最重要的就是普通的食鹽。那些鹽和海水中發現的是一樣的。

我們絕對不可忘却生物僅能在水中生活 發現出這件事情，我想是很奇怪的。無論生物在陸地上怎麼樣，牠總好像生活在海水裏一般。即使海水乾涸，地球和陸地同平，如我們天空的鄰居火星一般。生物還是一定無疑的生活在水裏。

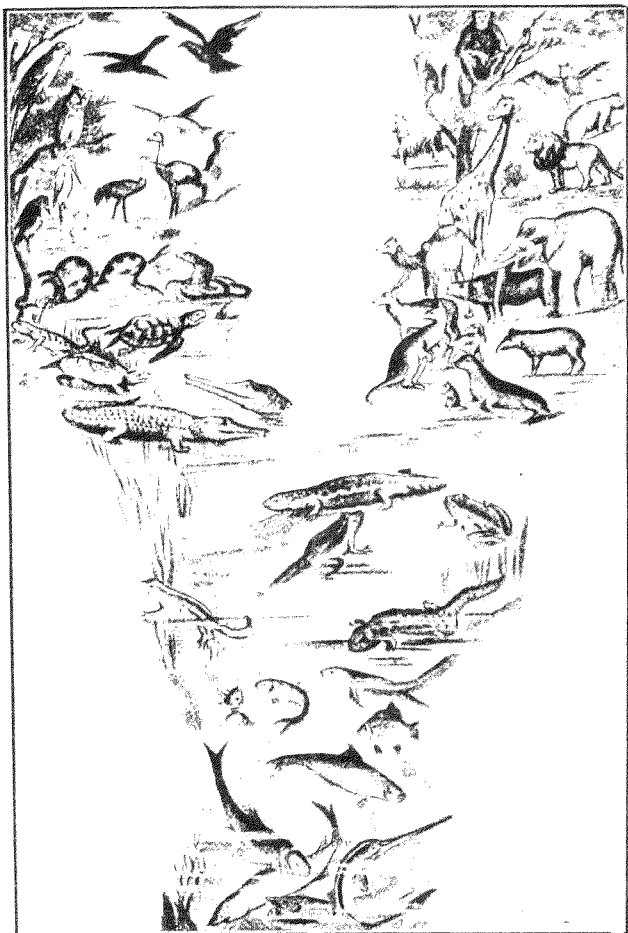
身體的構成

我們現在要講到生命存在的方法——就是造成身體的方法。最初的動物，因為有兩種原因，不能在世界上做很多的事。他們住在海裏，沒有充分的養氣，他們沒有脊骨，沒有脊骨的動物，總不會十分重要的。那脊骨是製造我們身體的主要部分，我們在下面講的動物可以分為兩大種——有脊骨的和沒有脊骨的。最初有脊骨的動物，就是魚類。在他們上一級是水陸兩棲動物（如田雞之類），是生下來屬魚類，後來變做爬蟲類的。據天演家說，從那爬蟲類裏分出兩派——一派是爬蟲類，如龜、蛇之類，從他們進化，而為鳥類的；還有一派，是哺乳類，起初是低級的，如袋鼠之類，後來變為較重要的如象，最後變為最高等的動物如猿猴之類。從那時起，地球上漸漸的有人類來做主人。

我們知道，各種動物，如象、鳥、蜜蜂、蛇的身軀，各各不同，我們在這許多不同的動物裏，設或找出有此相同的地方，那末一定比不相同的地方為重要。

假如我們能够把世上各種動物，都拿到我們面前來，細細考察，雖有很多的分別，但是可以分做兩大類，凡在同一類動物，其相同的地方和別一類裏的動物相比，一定多些。我們現在把有脊骨的歸一類，沒脊骨的歸一類。我們實際上，一定遇到幾種動物，不能決定牠是那一類的，或者把他們歸在兩類的中間，因為地球上仍有很少的幾種動物，只有一半的脊骨，或者只有一件好像脊骨的東西。這些動物自然是很有趣味的，因為他們可以

級 階 的 化 進 物 生



教我們知道脊骨最初是怎樣的，於是我們也不嫌他們的難分類了。我們且先說最不重要的一類動物——無脊骨的。我們應當先研究他們，因為他們的確是先有的。有許多種類的動物住在海裏，有許多住在陸上，住了

一切生物都是從海底起始的。這圖表示後期進化的階級，極其明晰——就是可使我們明白生物在最低的一級，有脊骨動物開始之期，脊骨在最早生物是沒有的。最早有脊骨的動物，就是魚類，在他們之上，便是兩棲類，再由兩棲類分出兩派：一派為爬蟲和鳥類，一派為哺乳類。

多少年代——在這時期內都是涼血——都沒有脊椎的；倘若你能够搜遍全大陸和海洋，你也找不到一根脊椎

——也同找不到一個暖一樣。你找那遠古時代動物的脊椎，也同到植物裏去找腦髓脊椎一樣的找不着。

這些沒有脊椎的動物，很難區別他們屬於那一類的。其中有許多的構造非常奇怪，而存在地球上也不很

久。但是因為他們和別種差得太利害，所以實不能把他們分成一類。總之，這些無脊椎的動物，像昆蟲、蠟、蠕蟲

之類，都是很低級而不重要的。

我們上面已經講過，其中沒有一個是有腦髓的。這並不是說他們沒有感覺，也不是說他們像蜜蜂一樣，不

很奇異的；不過究竟在腦髓未經生成以前，沒有什麼大進步。所以我們現在也無須多說無脊椎的動物。

我們也無須多說那些原始有脊椎的奇怪動物，有些地方他們自然是很有趣味的，因為從小的起頭，得到大

的結果，談起來總是有趣味的。但是那種種原始有脊椎是很粗陋很不完善的東西，我們現在先說一種是大家知

道的是最先有一條脊椎的——雖是極簡單，但卻是完全的——這種動物就是魚類。

五大類的有脊椎的動物 倘若我們現在從魚開始研究各種有脊椎的動物，我們雖覺得有千百萬種，但是

也可以用很簡單的方法來分列的。不但如此，並且一定還可以分出先後種種事情來，很多用心研究的人，也會

想法子把無脊椎的動物，如這樣分列，但是他們沒有成功。

講到有脊椎動物，確有五大類——魚類，兩棲類，爬蟲類，鳥類，哺乳類。其中有許多名稱是生冷的，但是實在

不難，我們很容易講明的。你倘使沒有知道兩棲類這個名詞，但你見了蛙（或田雞）總認識的，倘使不曾聽見說

過哺乳類這個名詞，但是，你很容易想起，那種動物把乳養那些小種的，譬如一個母牛，把乳餵小牛。人類中母親餵嬰兒，也是這樣。不過人類是哺乳類中最高等的動物。

有脊椎動物類的歷史 那一條魚，一頭牛，一隻麻雀，和一隻田雞間的分別很大，然而他們身軀上的構造，是一樣的，因為他們都有脊椎。我們就要知道他們，還有許多別的地方相同。魚是涼血的，呼吸水或散佈在水裏的空氣；一頭牛，和一隻麻雀，卻是熱血的，呼吸着空氣。固然是不錯，但是單就身軀的歷史而論，凡是這些有脊椎的動物，和那無脊椎的動物比起來，還是有脊椎的和有脊椎的比起來相像得多。

現在我們要盡力往上追究這些有脊椎動物的歷史。我們可以決定，第一種是魚類，雖說魚進化出來的許多生物更是奇妙，但是海裏是先有魚的，到今日還在。我們雖都知道所吃的各種魚，都差不多相近的，然而魚類裏有很多種類。

還有不少我們難得看見的魚。但是我們可以把一切魚合做一起，研究他們的主要事實。他們是最初有脊椎的動物；他們住在水裏呼吸那水裏很少的空氣，所以他們是涼血，但是我們決不能把他們和哺乳類的鯨，混雜在一起，因為鯨是住在水裏呼吸水面空氣的，所以牠和各種哺乳類一樣是熱血的。

在海裏的動物不盡是魚類。我們第二步要說，各種魚都有脊椎，做他們身體裏所謂骨骼的主要部分；這骨骼在身軀裏面，外面包着軟的部分像肌肉和皮。身軀裏面所有的骨骼，都連着脊椎構造起來的，有脊椎動物類都是這樣。

我們剛纔說的，不要把魚類和後來有的鯨類動物混雜，我們應當永遠破除那海裏只有魚類的偏見。那以爲蚌、蠔、或星魚，以及其他一切硬殼水族，也是真屬魚類的愚想，是很無意識的。他們反比魚類生存在海裏的年代早得多。他們沒有脊骨和腦髓，所以他們比魚類爲低級，正像魚類比牛爲低級。我們因爲他們呼吸水，就叫他們是魚類，和因爲蠕蟲呼吸空氣，就叫是鳥類一樣的不通。

有脊骨的動物，往往有肢體的——前後腿，或臂和腿，或翅和腿——這肢體的構造，是全身構造歷史裏頂重要的事實。我們快要從魚類推考上去，我們在魚身上找得到最像肢體的，就是魚鰭。許多人想，從前一定有某種魚，沿着身體的兩側有從頭到尾接連的長鰭。這種魚鰭，在後來高等動物的肢體構造上很是要緊，因爲從這兩個長鰭，漸漸一年一年的變成兩對肢體，一對在前，一對在後，後來各種有脊骨的動物都是這樣。

變成獸類的魚 你還記着，我們說過那生物從水裏初次游到岸上來的時候所取的大步驟。我們知道就是現在還有幾種魚，能在空氣中過幾時的。並且他們有些很能在污泥裏活動的。因此我們更可以推想出當日的情形了。假如我們現在再研究第二類有脊骨動物就是所謂兩棲類的，我們就可以猜出當日的情形。

這兩棲類的名稱，是因爲那種動物，能在水裏過生活，又能在陸上過生活。但是他們並不是忽在水裏忽在陸上的過活，並不是隨他們願意要怎樣就怎樣，不過起初先過一處的生活，後來再過第二處的生活。這就給我們知道有脊骨動物類先後銜接的歷史。蛙在極小的時候，叫做蝌蚪。蝌蚪是住在水裏，呼吸水的。設使牠就永不再變，我們可以叫牠是一種魚。當牠是蝌蚪的時候，牠是像條魚；但是牠如果真和魚一樣，牠倒要一輩子住

在水裏了。蝌蚪並不一輩子住在水裏，過了幾時牠就開始起著大之變化那時候先長肢體，和那更重要的肺等萌芽；到末了蝌蚪就長成一個蛙，不是魚了，有臂和腿（或前後肢）用肺來呼吸空氣了。

蛙類的始祖為諸動物留下的計畫，不但如上面所說的蛙有手和我們一樣，並且每隻手有四個指頭，和一個大拇指，而每隻腳上，有五個足趾。所以實在多少年前，第一種蛙，或蛙的始祖，已預備下後來一切有脊骨動物有一種四肢的計畫；雖然其中有幾種，像鳥類，並不終生保存着五指的肢體。

當蛙從蝌蚪變成有脊骨有肢體的動物的時候，就用肺來呼吸空氣，實在有好幾分和較高級的爬蟲類動物中幾種相同。雖不像條蛇，但是和一條小蜥蜴相像——尤其和那無尾的蜥蜴相像。其實對於兩棲類動物的最簡單看法，就是在小時當牠是條魚，在長成時當牠是爬蟲類。那蝌蚪實在是種魚，因為牠的構造，和魚的構造一樣，做的事也和魚做的事一樣。那長成的蛙，實在是種爬蟲類動物，因為牠的構造同做的事和爬蟲類都一樣的。

爬蟲類做地球的主人翁的時候，現在我們要撇開兩棲類，說到別一類有脊骨的動物，在兩棲類之後，纔出現於地上的就是爬蟲類，對於這一類我們也無須多講，我們祇要說，有很多種爬蟲類，漸漸的失去他們的肢體，變成一種很長而圓而爬行的動物，最後成功蛇蟒的形狀。蛇和蟒的最初期，顯出他們是有肢體動物的子孫，我們相信這是的確的。你知道蛇沒有四肢，並不是同蠕蟲，沒有肢體一樣的理由——蠕蟲從來不曾有過肢體，蛇是有過肢體，後來失去而用另一種方法行動的。

現在我們談到高等動物，慢慢的要談到我們自己了。在生命歷史上，有一段爬行動物做主人翁的時代。那時候沒有別種東西超過他們。他們發育得很大，如若你到博物院裏去，你可以看見他們的遺體，有的有六丈長。其中有些較小的，在他們伸張的趾間，有膜連着是蹼的一種，和我們所見那些水鳥腳趾間的蹼差不多，所以他們多少都能夠飛。他們大概是很凶猛，很有力量，並且長有無數很可怕的牙齒。在那爬行動物極盛的時代，一定是個很奇怪的世界。

鳥類怎樣變到世界上來。但是那時候，有件更奇妙的事發生了。這件事是我們素來猜想的，直到上一世紀，尤其是發現了那些現在所完全沒有的古怪動物的遺體纔得證明。倘若你先想想一條蛇，再想想一隻麻雀，你決想不到那鳥類是爬行動物裏進化而來的；但是倘若我們先看看一條蜥蜴，牠是還沒有失去肢體的爬行動物，再看看那從前有過的古怪動物的遺體，我們一定明白，那奇怪的鳥類是從爬行動物裏進化出來的。爬行動物和鳥類，就形狀和生活情形而論，顯明不同的地方，當然是很多。譬如目下鳥類有羽毛沒有牙齒之類。然而當我們發現那有牙齒的鳥類的遺體，我們纔知道這確是不錯的，大宗的鳥類是從爬行動物裏變出來的。愛鳥的人，常常喜把鳥和哺乳類動物視為平等，實在鳥類有的地方，和哺乳類是平等的，有的地方還要高貴些。但是人人都以為就是那些最愛鳥的人，也都以為最高等的動物，最高等的動物是哺乳類。這哺乳類動物，是從什麼地方來的呢？

哺乳動物一定不會是和鳥類一樣從爬蟲類裏進化出來的，又鳥類一定不是從哺乳類裏變出的，或哺乳類

一定不是從鳥類裏變出來的。實在我們還要追究，雖不追究到魚類時代，總要追究到兩棲類時代，纔找到哺乳類的來源。

動物世界的大大向上進化，前面插圖上，告訴我們兩棲類怎樣從魚類裏變出來的；從兩棲類裏怎樣變出爬蟲類和鳥類來的；又怎樣從其他爬蟲類裏變出哺乳類來的。在這些變化裏，我相信那最早的哺乳動物，雖在爬蟲類的時代，其在世界上生活是很困難的。

他們一點沒有爬蟲類那麼強壯，但是他們能生存并且發達——一半由於他們避開爬蟲類跑到那偏僻地方，就是爬蟲類不要在那些地方住的；一大半由於他們十分小心保護他們的小孩子——比其餘世界上各種有生命的東西，小心得更精巧週到。所以他們（指哺乳類）越長越強壯，一直到人類做了地球的主入翁。

但是經過很久的年代，很多的遷變，發生了很多種的動物，他們總不能沒有脊椎。

環造我們身軀的要素，那脊椎慢慢的越變越完美了。你一定知道那青魚脊椎的樣子；這是非常有用的，沒有了牠，青魚或別種魚就不能生存了。但這是很簡單的，只能適合於一種簡單生活，從生出到老，牠能發一種動作的。

譬如我們向上推究，我們覺得那脊椎同時變得既堅固又繁複，我們再向上推究，覺得仍然那樣子，直到哺乳類脊椎骨的繁複，恐怕要够你研究一世。

這脊椎在我們身子裏，如同在魚裏一樣，是造成身體的主要物。這東西和一隻船的龍骨一樣，全身的東西，

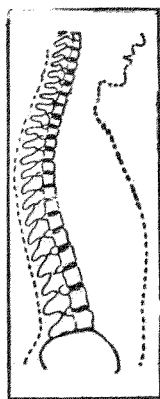
都是依靠牠構造的。但是脊骨就使最簡單，最小，最弱的，還比從前或將來的大船的龍骨，要繁複得一百萬倍哩。

身體裏脊骨的造成 你很明白，那脊骨實在不是一根骨，是多少小骨排成一條線構造起來的。那些小骨，實是互相堆起來，正和你造房子，把石子堆起一根柱子來一樣。因為這個原因，脊骨常常叫做「脊柱」。造成脊柱的小骨，叫做「椎骨」，有脊柱的動物，我們叫牠做「脊椎動物」，那沒有脊柱的，叫「無脊椎動物」。

現在我們一定要略說有脊骨動物的肢體。那肢體的骨是和脊骨接連，或有關節結連的。我們在前面看見過了，肢體實在是魚的邊鰭進化出來的。

動物怎樣利用他們的奇妙的肢體 魚類之上有

脊骨的動物，或有兩對肢體過一世的；或是初生時，有兩對，後來失去了，像蛇類；或是幼時沒有的，長大的時候纔有，像蛙類。有脊骨的動物從沒有有過兩對以上的肢體。



脊骨是由許多小骨造成的。這圖表示脊骨以及脊骨所生的位置。

鱗的肢體，確是失去的，鯨的前兩肢，變成撲水鱗，牠的後肢，或腿，因無用而縮小，在掘鯨脂的時候要掘得很深，纔能找着全部的肢——連足趾在內。鳥類的前肢，已被他們改做翅翼。當鳥類的雛，很小很小的時候，牠每隻手有五個指頭，同鳥類的始祖一樣，但是以後造起翅翼來，覺得這五個指頭太多了，所以到長成的時候，我們看見牠的翅翼上，只有三個半指頭構造起來的，其餘一個半，因為用不着已失去了。

肢體是為動作用的；但是假如我推究到蛙類的時代，或至少哺乳類的最初時代，我們明白那前肢不單為動

作用的，還有別的用處呢。譬如虎的爪，我們曉得牠還有可怕用途呢。假如再說虎的上級的哺乳類——譬如猿猴——我們曉得牠前肢的用處更多。那最伶俐的獅、虎，雖說牠在攫取食物的時候，能用牠前肢抓住食物，但是不能像我們那樣把食物拿起來，送到嘴裏的。猿猴能够這樣做，牠已學會了很重要的緊握的法子。所以猿猴的前肢做握取東西用的，至少和用爲動作的一樣重要。

人的脊柱，真成了一根柱子了，因爲他能直豎起來，只有那很小的嬰孩，用着兩手爬行。當爬行的時代一過，我們的手臂，永遠不做走路用了，他就做了腦髓的得力奴隸，因爲這樣，所以人若沒有了手，在世界上簡直不能做事，而在多少年前早要餓死，或早已被禽獸淘汰到世界以外了。現在簡直說不盡人不用臂膀，或前肢跑路怎樣的重要，現在專用脚走路了；有許多有脊骨的動物，總是用他們的手去做的，做了多少年代了。但是人的手，如像上面所說的，正是腦髓和神經的奴隸。

最微的生物

世上有很多我們看不見的東西，實在看不見的，要比我們看得見的東西還多。那最簡單的生物，雖也是和我們同住在一個世界上，我們卻不能看見他們。那些最小的生物，叫做「微生物」，他們是非常之小，我們拿兩萬個列成一排，還不到一個銅元的寬。這些微生物繁殖的快，出乎我們所意想之外。假使我們現在有一個微生物，給牠充分的營養，在一兩小時內，繁殖出來的微生物，比全世界的人口還要多呢。微生物幾乎各處都有，

無論在我們的身上，以及我們周圍的一切東西上都有的。他們能够自行分裂，一個變成兩個。有些很害人的，使我們生病，有些對於我們有益的，我們身體的好壞，全在我們怎樣處理我們身上所有的微生物。我們的身體，如同國度一樣，有很多看不見的微生物兵隊，保護我們的，和損害我們的在那兒打仗。

我們現在要談到我們所知道的最簡單的生物，和他們所做的事，不但是因為他們本身很有趣，並且因為他們的生命對於地球的歷史上大有影響，有許多方面他們常使這地球變遷。這些生物是小極了，他們的名稱也很多，有時稱他們叫『微生物』(Germs)。你或者已經聽人說過，這微生物的名稱，因為這名稱常用於使我們生病的東西，所以常常又叫他們做『病原微生物』。一個法國的名人百斯篤 Pasteur，發見有不少微生物常常使我們生病的，他稱他們做『細菌』。就是說他們很小的意思。

因為他們常常使我們生病，很多人以為細菌是有害物，沒有一個是有用的。現在我要你們知道，前世紀人發見，這些細菌是地球上各種生命連我們自己所不可少的。其實只有極少幾種的細菌使我們生病，可以稱做病原細菌。但是更有大多數的細菌，非但完全無害，並且我們沒有他們就不能生存。我們趕快要知道這些奇妙的生物，和他們對於地球上的生命歷史的重大關係。

研究細菌第一樁要知道的事，就是他們很微小——倘若我們不用方法，幫助我們的目力，我們一定不能看見的那麼微小；其實還有許多人，相信有更細微的細菌，雖用已有的方法幫助目力，仍然不能看見的。

所以在一種很奇妙的器具，叫做『顯微鏡』的，未發明之前，我們人人不能知道世界上有細菌。顯微鏡就是

把多少玻璃片，裝在一個管上做成，可以放大微細東西，使我們能看見。雖說有顯微鏡，但是還不能使我們知道細菌有多少種類，以及各處都有。

我說各處，並不是說火裏也有他們——因為他們當然也不能在火裏生存；又在海面的空氣中也沒有的，但是在陸地上總是有。他們在平常空氣中最多，在我們周圍的東西上都有，無論在房子裏面，在門外都有，雖在北冰洋地方的雪裏也有。凡是水裏都找得到他們。所以實際講起來，誠然處處都有他們——細小的生物，各自營各自的生活，所以沒有一刻不做事。假使他們對於我們都是有害的，那就壞了。

你怎樣能天天察看細菌的生長 現在還有多少人還以為世界上沒有細菌，實在因為他們沒有機會親自看見過。但是實在很容易看見的，那些小東西，一定是活的，因為你能看得見他們運動。

要長養這些微生物，也是很容易的。你可以用針尖在含有細菌的東西裏挑一些，放在牛奶裏——這是培養細菌的好養料——或者放在牛肉汁裏，或者你把針尖向一個番芋剖開的地方一措，用了這些法子，或別的法子，你可以天天察看細菌怎樣的生長。你當然不能看見單個的細菌，但是你可以看見他們的一塊完全聚合體 Colony。他們各有各的散布法，所以懂細菌的人，可以拿起一個生長細菌的管子，就辨出管子裏盛的是那一種細菌。

能做一切生活工作的奇異小細胞 各種細菌，有幾處是很容易明白的——那就是說他們的樣子很簡單，很容易描摹出來的；他們雖是有千百萬種，看起來都是很相像的，他們一定都在構造上有些不同。但是細菌太

小，我們不能看到，照我們所看見的說，他們大概都有相同的構造。

各個細菌，只有一小粒的生活質，叫做「單細胞」。這就是牠的全身，做一切生物所做的事。有些細菌是圓的；有些像短桿狀；有些很粗；有些像流行性感胃和肺癆的幾種，是很細長的；但是各種細菌，不論是有害無害，住在什麼地方，他們只由一個細胞而成。

有椿事很重要的，我們一定要知道，一個完全的生物雖沒有口、肺、肌肉之類，也能運動和生長。要知道我們身體各部分，各做一種事情，那些事情就是只有一個細胞的生物也能做，若就他們的全身考察起來，並不分什麼區分。

許多細菌的名稱，是照他們的形狀而定的，但是我們不必管牠；實在許多細菌，因為種種原因，在各時候變各種形狀的。

你可以把一百兆個細菌放在一個小銀幣上。當他們生在一個地方，形狀是圓的，或短的，但是換到別的地方生長，他們會變成長的或瘦的了。這大約是看他們吃的食物如何而定，使我們想到那些住在骯髒地方的人，大概都是矮的，那些吃得好的，生長在新鮮空氣裏的人，大概都要高幾寸。

細菌雖能做很大的事，他們的微小卻非常可驚！他們平均的大小，大約是一英寸的二萬分之一。倘若你把那些像短桿狀的細菌，頭接頭排起來，要排一千萬個（或十兆），纔有一碼長，要一百兆個細菌，纔得被滿一個小銀幣，要六十四萬秬個（一秬就是一兆兆），纔得堆成一立方英寸，這不過是告訴我們這些小生物是何等微小。

但是我們不要忘記，或者還有比他們更小的，雖拿放大一萬倍的顯微鏡來看，也不能看見的。當一個細菌長足的時候——雖是不足為奇——牠繼續營養生長，但是牠分為兩個。其中一定有個原故，凡一個幼少強健生活細胞，有充分的食物養着，倒不能繼續無限的長大，但是長到了一定限度，或是停止長大，或是分成兩個細胞。一個英國的名人斯賓塞 Herbert Spencer，發明出這個原由。

生物一個變為兩個的奇妙法子 凡一個東西是很小的，牠表面所有的面積比牠裏面所含的質料為大。一個大些的東西，自然有個更大的表面，但是當一個東西大了——不問你拿什麼東西，毫無分別——那表面的增大，就沒有牠裏面的質料增加的快。無論什麼生物，牠得着食物，一定要從牠表面或外表經過，當細胞裏面長大，而表面不能照同樣比例的長大，那麼，從表面經過的食物，一定不够用了。

所以到了那一點生活細胞，就停止生長了，或要分為兩個了。這兩個細胞裏面，所盛的質料，一定和本來一個裏的一樣多，然而經此一來，兩個表面合起來，總比原來的一個大些，所以他們又能得充分的食物，再望長大。其實大的動物何嘗不是這樣，譬如一隻象很大，牠的嘴也很大。細胞的表面，就是牠的嘴，牠裏面長得太大，表面的嘴，並不照同樣的比例長大。

倘若細菌到處能得食物世界上情形便怎樣 這是生活細胞——像一個細菌——為什麼長到一定的大小就要分為兩個的緣故，而世界上各種細胞總是這樣，一切生物都是細胞造成的，這是世界上最要緊的定例。

細菌的生殖率，很難使人相信的。現在先從一個細菌講起，如有充分的食物吃，只要到十二小時，約略有十

八兆了，再過六小時，就約略有八萬兆了。這不過是吃而長，長而分裂，照此循環生殖，非常迅速，就得上所說的結果。但是我並不是說實際上，有過這回事，當然決不會有這些充分的食物，假使他們果然有這樣充分的食物，盡量倍增，地球上不久恐怕就祇有他們一種生物了。因為他們也像有許多人一樣，不能得到充分相當的食物，所以實際上，離上述蕃殖的事實遠得很。

當我們特地的培養他們，給他們最好的食物吃的時候，細菌的生殖率就同上面所說的差不多了；最不幸的，是當他們侵入我們身體中，使我們害病的時候，他們的生殖率也就照這樣快，那些人的身體適合他們的，尤其是這樣。

細菌實在是小植物不過生活像動物一樣。但是你一定要十分明白，不是各種細菌都能在我們身上生長的，很多數的細菌，到了我們身上就被殺滅。還有一樁事要記得，就是某幾種細菌，侵入我們身體的時候，若我們很注意衛生，身體健康，我們的身體能殺死他們，但若我們做不良的事，減少我們自衛的能力，他們卻要害死我們。我們已經說過，細菌的各種形狀很沒有關係，但是他們有兩種營養法子很有關係，我們不能不詳細明白的。大概細菌都屬於植物界，他們雖然是小植物，但沒有一個有那使植物靠空氣生活以及呼吸空氣的綠色物質。所以單就他們營養而論，細菌和動物在同一的地位。他們也和動物一樣，不得不靠吃別種生物的身體而生活的。

這是細菌的大特點——靠吃別種死的或活的生物的身體。也不論是動物性，或植物性，食物正像我們吃

牛肉或麵包一樣。細菌當中的一個大分別，就是有些專吃別種生物的死屍，有些專吃別種生物的活身體。

對於世界和我們生命很重要的細菌，這兩種細菌都有專名，但是這專名沒有什麼關係。那些靠吃活身體的，并不算最多。其中又包括那些使人或別種生物害病的細菌。但是我這裏要特別敘述，那些靠吃死屍的細菌。這一類細菌，在世界上很要緊的，沒有他們，我們就不能生存了。

就現在而論，地球上，空氣裏，海裏，有無量數的生物，人類，動物，和植物。古來早就這樣了。然而我們知道，每天如此的生生死死也不計其數。我們凝神一想，我們就得明白，假如沒有個方法來處置那些死體，地球一定老早要堆滿了。

這就是說假使沒有某種東西，在那兒工作，把那些死去的動物，植物的身體消滅了，一切生命就不能望前進了。但是實際上，還要進一步，有些東西在那兒工作，把那些死體——很危險很可厭的——變成一種簡單的物質，隨時給後來的生物當作食物。

細菌怎樣幫助保持世界清潔和新鮮 我們曾經講過，細菌怎樣把秋天的死葉子，變成供給下年春天新葉子的資料。那些細菌，也能變化一切生物的死體，和變化那死葉子一樣。他們常常使世界新鮮，清潔。所以有人說他們是『清道夫』，那意思就是說他們像那種倒拉圾箱的人掃除街中一切不要的廢物。細菌實在做這種工作，但是那還不過是他們工作的第一步，並不算他們最奇妙的部分。比這更要奇妙的工作，就是他們自己經營生活，不聲不響的，也不用我們的幫助，把那些不合宜的東西，或不弄掉要與地球有障礙的東西，變成新生

命的本源。我們大家知道，世上沒有一種東西沒有用的。細菌是生物最低級的，但是他們是不可輕視的。沒有他們做那無人注意的工作，地球上那些高等的生命，植物，動物，或人類，都不能生存了。

幫助生命推陳出新的微生物 沒有他們，地球早變成一個死屍堆疊的荒塚；有了他們的幫助，生命纔能自己年年推陳出新，如此循環下去，將來還要過無量數的年代呢。然而那種，要是沒有他們就沒有我們奇妙小生物，只在五十年前纔發見。東西是非常細小，而我們不能看見，然而比那在地面最大的山還重要些。現在沒有人知道，世上還有沒有人猜得到的東西，那些東西或者竟和我們所知道的一樣重要。

假使我們察看尋常的泥土，找裏面有多少細菌，那麼，對於細菌的終日不息的工作，我們可以得着些意思了。一釐重的泥土裏，總要含有一千到三十萬個細菌不等，他們的數目，在生長植物的泥土中要算最多了。倘若你一考量，一釐重的泥土裏面竟有千萬個細菌，你可以明白，全世界一共有多少細菌，是無從算起的了。

我們看不見的良友和仇敵

我們在下面幾節書內，再多講些關於細菌的學問，因為經過我們一生一世，這些小生物徧佈我們周圍各處，是不絕的在那兒保護我們，或損害我們的。我們現在要講，為什麼我們沒有這些細菌的幫助就不能生存，為什麼有些人反死於細菌的侵害呢？我們還要講，世界上一樁最奇妙的事——就是這些小東西，小得連我們眼睛都看不見，會用什麼法子使地球上不致堆積死體，把他們供新的生物的使用。我們要明白，我們越生活得

自然，細菌越難害到我們，並且我們還要明白，世界上一樣最重要的事——就是祇要我們人類大家合力同心的去驅除那肺癆病菌，和從前的人合力驅除虎狼一樣，使世上再沒有癆病發現。

各種細菌，有各種權力。有些能分解某一種植物，有些能分解別一種植物。有許多土裏的細菌，有特別的權力，能利用土裏的空氣，製造肥養料。空氣裏含有一種很有價值的原質，叫「淡氣」，那是尋常植物所不能利用的，我們呼吸的時候，雖然把這氣同養氣一齊帶到我們血裏去，我們也不能利用牠。但是某種細菌能用這淡氣和別種原質化合起來，成一種化合物，就成很完美的滋養料。

在新近這幾年裏頭，有些科學家特地把這些有特殊權力的細菌，在實驗室裏培養起來，並且能把他們裝在瓶子裏寄給人家，播種在田裏，當農人播種的時候，這類細菌就把最好的肥料供給那禾苗。

這些特殊細菌，尤愛豆科植物，那些植物自身是沒有什麼大用處的，但是農人知道一年種了一次這類植物，就使下年所種的麥，有很富的滋養料了。倘使他年年種麥，土裏的肥料都要被他們吸盡了，所以農人久已實行一種輪栽法。農人不能年年種麥。自然是對於農人，對於國家，都有很重大的關係，但是我想發明細菌和他們所做的事，是極極有價值的事，因為五穀的價格快要因此低減了。我們希望用上面所講的法子去利用那種特殊細菌，那麼，我們不久就能在同一塊土上，年年種麥了。搾乳人比農人收細菌的益處實在也不少，因為細菌對於他的工作上，很重要的。這些細菌中，有的是他的最好的朋友，也有他的最危險的仇敵。假使我們知道到處都有細菌的，我們就知道牛乳一擠下來，細菌就侵入了，有用或有害的，從空氣中來的，從灰塵裏來的，從水裏來

的種種細菌。牛乳是世界上一種生長細菌最適宜的東西，所以當細菌一到牛乳裏，他們就生長得非常之快，有的有益，有的有害。搾乳人的責任，應當是使一切有害的細菌，不侵入牛乳裏去。

所以凡是營牛乳事業的人，應當要知道，牛乳是我們的好食物，也是我們最可怕的仇敵——像肺癆病原菌以外，那種每年夏天殺死無數嬰孩的細菌——的好食物。這個問題很重要，我們應當學那丹麥國人，加意留心着牛乳。

我們生病時給我們醫藥的細菌，但是這裏我們特地要談到細菌的自然的，和正當的工作。有很多細菌是天然生於牛乳裏的，所以我們可以稱他們『牛乳細菌』。我並不是說，牛乳裏本來就有這些細菌的，但是他們一定會進去，並且於牛乳很有益的。這些細菌有很多在牛棚裏有的，所以當牛乳一取下來他們就進去了。——一極奇異的事，就是當他們在牛乳裏蕃殖，能阻止有害的細菌，到裏面去生長。他們慢慢的會使牛乳變酸，但是酸牛乳於我們不是沒有益處，在酸牛乳裏的細菌，到我們身體裏來，能保護我們，不致被別種細菌傷害。所以他們實在是我們的良友，若有害了某幾種疾病的，現今常常特地給些酸牛乳吃，以治療他。酸牛乳裏的細菌，是助消化的，且能防止有害細菌在我們吃下去的食物裏蕃殖。

幫助我們造乳脂和乾酪的細菌，細菌的功用，還不止上面所講的。我們從牛乳裏得乳酪，從乳酪裏得乳脂，但若沒有相當的牛乳細菌，決不能造成乳脂。因為有了牛乳細菌，乳酪纔能成熟，然後由這裏面製出乳脂來。所以我說，有些細菌是搾乳人的良友。這也是一種理由。各種香味的乳脂，是靠各種特殊細菌，使乳酪成

熟，然後從那裏面造出來的乳脂，香味也不同。現在我們很容易培養那些幫助造各味乳脂的細菌。世界上很多地方，的科學家，能把那些最好的細菌供給農人。

正和上面的情形一樣，若沒有細菌我們也不能有乾酪。乾酪都是從乳脂裏製造出來的，而牛乳是從牛身搾取的，全世界都是這樣。然而乾酪有很多的種類，其不同的地方，大都就在他們所用來製牛乳的細菌不同，這些細菌現在也有人培養，裝在管子裏，送到各處去，可以使那地方人，能够造一種乾酪和離他們很遠的地方人所製的一樣。

除乳脂乾酪之外，還有種種特殊的牛乳製品，有的於病人很有價值的，因為雖有病，也可以把他們當食物吃。但是都靠着細菌造起來的。

我們的皮鞋靠着我們的細菌朋友做成的。我們的皮鞋，也靠着細菌造起來的。你知道皮鞋是皮革製成的，皮革是各種動物的皮，用一種鞣皮法製成。但若沒有細菌，便不能鞣皮，所以我們的皮靴也和乾酪，酒，煙一樣，是靠着細菌纔得成功。細菌還用來造顏料中的靛青，又用來造各種食物；就是我們的衣服，也靠着他們造成的，因為沒有他們，就不能從麻紡織成麻紗了。細菌的功用，還不止這些。

各大城市裏，都要想法子處置那些廢物垃圾。從前舊法子是在河邊上——就把那些髒的東西倒在河裏，以致他們毒害那些吃這河水的人，也不顧慮。我恐怕現在仍用這法子的還是很多，但這是污穢的，損人不利己的，傷害很多人命的。

現在我們慢慢的知道想法子，利用細菌來把那些垃圾，處置得無害於人。要知道使那些垃圾害人的是惡細菌，我們要用別種細菌來使那些垃圾無害，或把牠化去，這法子的原理和我們的俗語「以毒攻毒」差不多。我們現在明白這些最小的東西在世界上是很重要的。但是除以上所說的五穀，乳脂，乾酪，皮鞋，麻紗種種之外，我們一定要知道，這些用處比較以前說的第一件事還不算重要——就是掃除地球上生物，或是動物或植物，以及人類的屍體，給現在或將來生物居住；並且更進一步，把那些無數屍體中的材料變食物，以滋養地球上的生命。

有微菌的工作生命纔有輪迴 你知道「經濟」是什麼意思？照西文原意講，當做「持家規律」講，那規律就是各樣事情總要做得井然有序，各種東西各有各的用處，各得其最大的用途，沒有一點廢棄。這細菌的工作，就是我所知道的天然經濟的一個大證例——世上有很多生命似乎沒有用——譬如海裏面的低級生物，和我們腳底下地內的千萬的低級生物。但是這些生命，確是好像做不出什麼事來，然而他們的工作，決不妄費的。世界上沒有完全無用的生命，因為時時有細菌在那兒，把那些生物的死體，變化成將來較好較高的生命。我們自己的生命——就是最有名的偉人——也造在這些低級的基礎上。所以我們可以說，以前最低級的生物，經了細菌的工作，而再生在我們體內。所以生命是照這奇妙的法子望前進，就是我們自己自視固然是很高，或者也不過是將來更高一等的東西的一個基礎罷了。倘若細菌能幫助到這樣，我們能這樣的。

使人類起病害的細菌 但是我們講細菌，一定要講得很公平。多數人是很不公平，因為他們不知道細菌

做的一切有用和重要的工作，專講細菌的害處。

假使那是不公平，我們專講細菌的好處，不講牠的反面，也是不公平，因為事實上不幸而還有反面。

我們剛講的各種有用的細菌，都是靠着死體生活的；但是還有多種細菌不靠着死體，靠着那些還活着的身體過活。大概各種細菌起初總是靠着死體過活，但是有些慢慢的學了靠着很老的或將死的植物或動物，到後來就生出現在這類細菌能靠高等生物的體過活，於是成人類很可怕的禍害。

植物、動物和人類，大概都受這種害處；但是我們研究起來，就知道一樁很有趣味的事。大凡那種野居的，就是過自然生活的，住在露天裏，和日光裏的生物，受細菌的害處很少。

野生的植物和動物沒有細菌的禍害 野生動物和野生植物，受禍害的很少。但是當人把那些有用處的植物取來，種在不十分天然的境遇裏，那就要常常受細菌的侵害了；動物也是這樣。比方牛會生肺癆病的，但是當他們生在天然狀況裏，不會有這事，大概這都因為人把牠取來，關在空氣又壞，光線又少的地方，纔會生這種病的。我們一定要想法，阻止這種的傳染，因為牛能從牛乳裏，把細菌過到我們身上來的。

正如我們放在動物園裏的猿猴和別種動物一樣，他們在他們天然生活裏，他們不受細菌的害；但是倘若你把我一向住在露天裏樹林內的猴子，關在籠子裏，細菌就要來害他們，使他們死。

我們從猴子得着的一個教訓 你想倘若你從熱帶地方，捉一只野獸像猴子到溫帶裏來，其重要的事，就是要使牠暖。但是最近我們在動物園裏發覺，溫度沒有什麼關係，只要把牠放在新鮮空氣裏，氣候雖比較牠平常

住慣的冷些也不妨，那時候那些肺癆細菌不會來侵害牠的。

這是一個教訓，我們正近來纔明白。倘若猴子、老虎和一切動物，一定要在新鮮空氣中露天過活，那麼人類也宜乎這樣；假使我們把我們自己關閉起來，和我們關動物一樣，細菌也要來侵害我們，正和侵害動物一樣。那於我們有益的細菌，像使土壤肥美的，助植物生長的等細菌，能在露天日光中繁殖；但是那有害的細菌——他們每日殺的人比蛇虎一年殺的人還多——一到露天裏陽光中，就要死了。肺癆細菌更是怕露天日光的。

有很多的住屋，裏面的房間，雖有窗子都不能開。世界上有些城市有無數的房屋，沒有窗子，白天還要點燈。人類不應當住在這種房子裏；因為細菌差不多一定要進來殺他們的。所以造這種房屋，要算是一樁犯罪的事。

世界上一種最可怕的禍害我們可以防止的。『禍福無門，惟人自召』這句話是很不錯的。我們說起細菌，好像他們是我們的死仇，特地到世界上來害我們的，那是完全不通。沒有他們我們就不能生存了他們的一大半，都不能害我們的，那些能害我們的，都是我們自己把他們招來的。

我特別想到那些最致人死命的——肺癆細菌，就在我們講這件事的時候裏，害癆病而死的人已經是很多了。這是世界上的一種最可怕的禍害，但是那並不是除不了的，只要我們大家決心，以為這事一定要做的，幾年之內，就可以完全除盡了。倘若我們過一種自然的生活，並且不許那些沒有機會享這種生活的人，過那種不自然的生活，癆病細菌的侵害我們，比侵害那些過自然生活的動物，決不會更多的了。但是我們做很多不自然的事，

自然的規律本叫我們吸新鮮空氣，我們違背這規律，反而訴苦說是天生細菌來害我們，豈不可笑嗎？

細菌怎樣警戒我們，叫我們自衛 人類當中因細菌侵害而病死的居大多數，那些細菌是最小的，最低級的，也可算是一切生物中最古的。考察他們每天所殺的人數，難怪我們要駭怕；難怪我們很多人以為他們是禍害。但是這事很奇怪，人類常常害那些病死——那些病差不多都由細菌侵害而生的——然而除了幾個很少的例子外，動物並不害那些病，我們可以說，大概細菌不侵害他們，專侵害我們。但若我們把那些動物放在不自然的境遇裏過活，和我們待自己一樣的荒唐，他們也要因同樣的原因和我們一樣的受害。

在多少時候以前，我們早就知道，這沒有空氣和日光，就不能生存的教訓；我們一定不要大家擠緊在一起，假使我們服從我們自己的生活規律，那些細菌也難來害我們的。倘若我們把猴子放出籠子，到新鮮空氣裏去，能够救活他們的命，教他們免卻癆病細菌，我們也可以依樣救我們自己的命。

幫助開駛汽車的細菌 一種醱酵性植物，能把糖變成酒精，和一種氣體叫『碳酸氣』。我們就用牠來製麵包。酒精成了氣散出來，碳酸氣就在麵粉裏使麵包浮發起來。

我們也常用這種有醱酵性植物，製酒精。酒精也是一種很有用的東西；很多工業用得着牠；用牠洗刷東西，用牠保存東西；牠能燃燒，成一種很好的燃料，各種燃料中，無論做什麼用處，恐怕要算牠是最便宜，最容易造的了。牠比汽車裏用的汽油還便宜，早就有人想拿酒精來開汽車，以及發動一切機器。所以倘若我們明白，酒精是何等的有用，那麼這製造酒精的醱酵性的小植物，當然是人類的好朋友。

你知道有人會喝酒。但是這東西對於各種生物，無論植物動物和人類都有毒的。就是對於那製酒精的醱酵性植物，也是毒的。當這種植物在糖裏過活，化糖成酒的時候，酒精成分還不多的時候，那植物已被牠毒死了。所以若還要牠再釀出酒來，須把那已做出來的酒精拿開纔行。

酒精怎樣能做各種生物的疾病的基礎。酒精對於我們的身體是無益的，久後能使全身各部害病的，尤以身體中最重要的腦部為甚。他們還妨害我們防禦別種細菌，講到這些妨害很有趣，我們講下去就知道了。最奇怪的，就是牠是我們的朋友，同時又是我們仇敵的同盟，使我們身體不能妨禦肺癆細菌。

酒店裏往往發見很多的肺癆細菌，因為有許多生肺癆的人常常流連於那些地方，更有許多人就在那兒得癆病，因酒精已經使他們身體容易被癆菌侵入的緣故。這個情形於小兒更確，小兒若在那種塞滿了細菌的污垢地方玩耍，最容易得病。現在再多談一二句肺病細菌。以上各種事情，是廿五年前一個德國人科和 Koch 發見的，他這發見是根據第一個發明細菌的法國人百斯篤 Pasteur 的研究。我們知道，各國每年有很多的人給癆菌害死的。全世界人煙稠密的地方，癆菌都在那兒殺人，但是我們現在已經知道牠的來源，所以要撲滅肺癆病，應當着手摧殘那做癆菌的好朋友的酒精，美國禁酒就是為此。

比狼還利害的細菌（大概癆菌，若非住在身體（像我們的身體）上，不能生存，所以我們若能防止他們侵入我們身體，他們一定完全要死盡。我們現在驅除他們，要和我們祖宗當日驅除那些住在樹林子裏害人的狼一樣——然而還不及癆菌害人千分之一的利害——他們當日是下決心纔能剿滅的。除了癆菌之外，當然還有

別種細菌可以害人，但是現在也不必說，我雖是談了許多細菌的壞處，我總要你們知道，這都是由於我們自己的不好，雖是有些能殺死我們的，但若世界上完全沒有細菌，我們也就要死了。

最簡單的生命

我們已經講過很小的生物，並且知道世界上最奇怪而最重要的是目力所不能見的微生物。我們現在要再講些微菌的事情，以及幫助我們明白一切生物都是一貫的事情。微菌是只有單細胞造成的，是世界上最簡單的生物。各種生物，都是細胞構造起來的，正像一所房子，由多少房間合成的；又像一個家庭，是多少人合成的也像任何物體的，總是由各部分構成的，所以各種生物，也由各部分構成的，那些部分叫做『細胞』。細胞是生物的起點；我們推考生物到細胞為極點。一個孩子，或一顆橡樹，或一個蜘蛛，都是由無數的細胞構成的，但是微生物除本身一個細胞以外，別無所有。我們要談到這構造，並且還要談到這單獨細胞的生命和人類，及我們所知道的一切生命，是很相同的。

我們已經講過最小的生物。他們和我們的身體，大不相同，有些對於我們還有大害；但是我們研究生命，一定要先從他們談起，因為沒有他們的生命，就不會有高等生命。還有一種理由，各種生命是一樣的，假如我們用正當方法研究，一定要從最簡單的談起。

每個微生物是一個單獨細胞，所以我們研究他們，并不全因為他們的原故，實在因為各種生物，都是生活細

胞造成的，所以研究起來很有趣，正好當研究高等生命的一種預備。

世上各種生物，一叢苔，一個人，一個微生物，一隻猴子，一條魚，都是生活細胞構造起來的，但是照這樣考察世上各種生物，可以分成兩大類。一類是從單細胞；一類是從一個細胞以上構成的。在地球上一定先有單細胞的生物，我們已經講了不少。我們一定要用顯微鏡，纔能看見他們。多細胞生物，都是世界上看得見的東西，如動物和植物；雖是橡樹和微生物當中的分別很大——一種有無數細胞，一種祇有一個細胞——并且除細胞數目之外，另有幾千倍更大的分別，然而這兩樣東西的活細胞，都是很相同的，無論是一個微生物的單細胞，或是橡樹葉子上的，或是你身上皮裏的多少細胞中之一個。倘使我們知道細胞的奧妙，我們就明白生命的奧妙；我們第一椿要知道的事，就是各種東西都是一貫的。無論那一種學問，要從多少裏看出一個通例來，看得越清楚，學問越真實，這個理是不錯的；研究世上無數種類的生物的學問，更是這個道理——據人說單是甲蟲就有八萬種。然而我們研究這無量數的種類越精細，我們越明白，各種生物都可以歸納到一個單位的奇妙能力，那單位就是生活的細胞。

在我們所研究的各種東西裏頭，我們一定要找出造成那東西的簡單分子。讓我們舉一兩個例。我們若研究國家和人民，我們要竭力找出，他們是從什麼構造起來的？我們知道他們是從家庭起的——父母子女住在一起，所以我們不能不細細研究家庭的生活。又如我們研究物質，一定要找出牠的原素，我們知道物質，是由極微細的原子構造起來的。

地球上最低級的動物變形蟲的生命。我們研究原子，知道原子是從比他們更小的東西構造起來的，那種東西和電有關係的叫『電子』。所以我們說，國家的單位是家庭，物質的單位是原子，而原子的單位是電子。

我們一樣的研究出各種生物是細胞構造起來的，所以我們可以說細胞是生物的單位。我們對於這單位，不能不細細研究。我們已經研究過好多種很相像的細胞，我們叫做『微菌』。我們在生物世界上無論到什麼地方，總看見細胞，總看見很多的細胞。我們已經看見過，最簡單植物中的細胞，現在要看最簡單動物中的細胞，尤其因為造成這動物的細胞，是一種很完備的細胞——那就是說牠全有各種細胞的普通性質。

最低級的動物，叫做變形蟲 *Amoeba*，在水池子裏面找得着的；牠只有一個細胞，我們現在就要講到牠了。要記住我們所談的東西，不但是造成變形蟲的，就是在各種生物裏都有的。比方我們的血裏就含有着無數的細胞，和那變形蟲的細胞簡直可真是完全一樣的。所以我們，與其說變形蟲，不如就說生活細胞，要知道我們所談的話對於普通細胞都是一樣適用的。

生物居住在裏面的小圓球。微菌不是一種最完備的細胞，因為最完備的細胞，一定要帶圓形和一個球一樣的。一許多細胞，外面有東西包住，我們叫牠『細胞被膜』。動物的細胞，多沒有細胞被膜的；比方我們身上的細胞，大半是沒有被膜的。起初用顯微鏡發見細胞是在植物裏先見的；植物的細胞，大半是有一種堅韌可揉曲的被膜，那被膜已和蝸牛的殼一樣，是不活的，但是由活細胞造成的。植物另外有一種特別質料做那被膜，那質料我們叫牠『細胞膜質』。初在植物裏看見細胞的時候，被膜是很顯明，所以當牠是重要的東西，人都以為裏面

藏的不過是滋養料。但是現在我們知道很多的細胞沒有被膜，那被膜的用處不過是為保護裏面的東西。那細胞膜質是一種堅韌的質料，我們的胃所不能消化的；因此我們可以明白，吃了生番芋何以我們不能消化的緣故？番芋的大部分是澱粉，從生活細胞製造和積聚而成的，他們就把許多在被膜裏面的積聚而成。

一個能自動的並且是活的圓質點。倘若你吃了生番芋，因為澱粉質包在細胞膜質裏面，胃汁不能消化牠；但是當番芋煮熟之後，細胞膜質的皮就漲裂了，我們的胃汁就能夠消化得到澱粉而把牠變成糖，於是輸入我們血液裏使我們有氣力。

讓我們言歸正題，再講變形蟲。牠是沒有被膜的，我們很容易用顯微鏡來看他們，可以看得出何以不應當有被膜的理由。變形蟲不過是一個活東西的圓質點，但是牠能自動。你已經知道活動是生物的一種證據，而這變形蟲也和許多細胞一樣的，能自己移動自己身體的。牠是爬動的，漲起牠身子的一邊，把身子別部就跟着動。牠沒有蠕蟲爬得快，然而能爬。假使牠有個硬殼包住牠，牠當然不能爬了，因為要爬，所以牠一定要能改變牠的形狀，所以我們雖叫牠是圓形的，其實當牠活潑潑地，找食吃的時候，牠就不圓，就沒有有一定的形狀，時時改變的。只有當牠飢餓的時候，差不多和死的一樣，便呈圓形；或在吃飽了的時候，正在那裏休息也是這樣子。但是現在，我們知道一個極簡單的法子，止住變形蟲行動，使牠變成圓形，這個法子很有趣味，因此我們可以知道對於世上各種生物，都可以施行這法子。你一定聽見人說過的，有一種麻醉藥叫做「哥羅芳」的。這藥是液體，看起來和水差不多，但是有一種很奇怪的氣味，當一個人指頭刺斷，要把指尖割去的時候，就把這藥給他吸入，就能

使人得着特殊的睡眠，不覺得痛苦。因為這藥會使腦內細胞停止動作；其實各種細胞，都有這樣的性質。凡是

有毒的東西，如酒精，哥羅芳，蜻酸之類，都可以使得各種細胞麻醉。所以倘若你望見變形蟲，在

顯微鏡底下動，你滴一滴哥羅芳到盛變形蟲的水裏，牠立刻就受毒，停止動作，團聚成一個圓球。

倘若哥羅芳放得過多，變形蟲當然要死去，正如一個人一樣，麻醉藥用得太多也要死的。

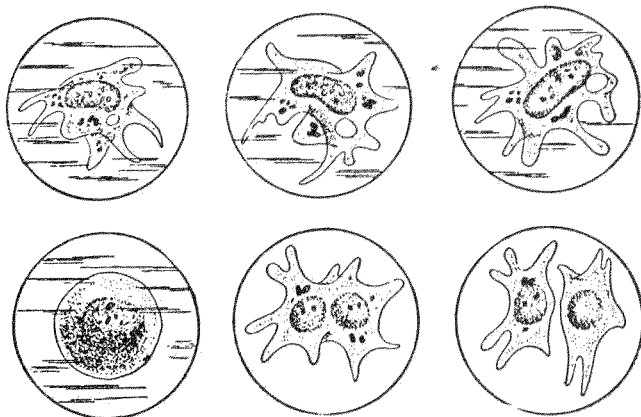
同是一種質料，對於無論那一種生活細胞，會有同樣的功効，豈不是很有趣味的麼？我不要你

想，我們腦內的細胞，是有和變形蟲一樣的形狀，或者也會爬動；他們是另做一種事業的。然而

他們都是活的，無論牠做的事業是怎樣，一受着麻醉藥，他們就不動了，因各種生物，實在是相同

一貫的。我們知道這事以後，即使不會得着別的教訓也得叫我們知道重視各種生物，他們雖

更變的狀形其及物的單簡最上世



變形蟲是一種最微小的生物，但是這簡單生物自己也能活動，也有生命，和我們人類一樣。在上三圖表示一個變形蟲浮在一滴水中的情形，那面水實在比針頭還要小，並示我們在一二分鐘內所變的形狀。在下行左邊圖中，表示變形蟲受了刺激就變成圓形，以後兩圖表示牠分做兩體生活，依舊和未分之前一般。

是苦惱和低級，實在也是我們的真親族啊！

生命實在存在的地方

生命究竟是什麼東西，沒有一個人知道；什麼東西使得一隻鳥會在天空飛，一個硬殼蟲會在地下爬，一條魚會在海裏游，一個人會在路上走，沒有一個人講得出。沒有一個人知道當我們生的時候，什麼東西跑到我們身子裏來，當我們一死，什麼東西從我們身子裏跑出去。生命這樣東西，幾千年來的人當他是個奧妙的東西，現在纔慢慢的有些明白起來。我們現在知道，生命是在什麼地方——那就是說，我們用針在什麼地方一刺，就使生命停止呢。我們已經說過那奇妙的細胞做生命的一切工作，現在要講到細胞的中心，那就是生命的所在。我們稱這生命的所在，叫做「細胞核」，這裏就講這細胞核的故事。

現在讓我們更細細的看這變形蟲，看看可找得出各部分來。牠還是單單一個圓點子，沒有定形的呢；還是也和我們身體一樣，有各部分的呢？這問題的答復，就是牠也分兩部分，大概各種細胞都是這樣的。差不多靠變形蟲中心的地方，還有一個更小的點子，這點子不是偶然的，各變形蟲都有的。裏面這個小點子，比變形蟲別的部分更堅密些，這一定是因為裏面水分不多的原故。我們一定要記住，各種生命從前都生活在水裏的，這變形蟲和我們的身體一樣是含有四分之三的水。

但水分多的地方，是變形蟲的外部。那中心的點子，更加堅密些；牠有一個很特別而重要的名稱，叫做細胞

核，是各種生活細胞中所特有的。這名字叫得很好，因一個果實的核仁，是果實的真正部分；其餘的部分，是爲了核仁而生的。胞皮不是真正的細胞，所以細胞的外部，也不是真正細胞。細胞最真正的部分，就是我們所要研究的細胞核，那是真正生命的所在地。但是我們可以先說一兩句細胞不要緊的部分，變形蟲以及許多別的細胞，其細胞的外部，正像我們的身體，和我們的腦相比較。細胞的動作，全由於這外部的動作。所以我們可以說牠是細胞的腳。并且細胞要把這外部當做鼻子和肺用，來吸收養氣。我們要記住，我們身體裏各細胞也是那樣呼吸的。再可以特別說到這外部也做嘴和胃的職務。

變形蟲和別種生物一樣，一定要食物。沒有一種生物，能沒有食物會活會動作的。這變形蟲沒有手，嘴，吃東西的器具，但是他們一定要教食物到他們的身體裏去也和我們一樣的。當牠遇見一個牠能吃的小點時候，牠慢慢伸出兩個小突起，包在那食物的兩面。這兩個小突起慢慢的把這東西裹起來，到末了牠包到身子裏去——就是細胞內面。下面的插圖，指示變形蟲吃東西時候的樣子，同牠怎樣會生出臂和嘴來。於是變形蟲要消化他們的食物，也和我們的消化一樣，所以變形蟲的外部，或除胞核以外的全部都是胃。變形蟲所吃的東西，一定要在胞核的外部消化。在胞核裏你決找不着一點食物，和我們的腦內，找不出一些牛奶來一樣。

細胞核實在是細胞的腦和主人 一切消化和調製的工作，一定都要在細胞核的外部做的。胞核是主人，各種工作必須在牠外面做，并且代牠做，正如我們身體裏一樣，腦是主人。

當我們看到我們血裏的白血球的時候，我們就看見那些細胞能把我們肺裏呼吸下去的煙塵提出來，拋棄

掉，他們并且能捉住那些害我們的微生物和別的生活細胞，把他們殺死。但是你在白血球細胞的核裏，決找不着一點煤煙，除非該細胞給微菌已經殺死，或破壞了纔有。總而言之，我是要使你們明白那胞核不但是細胞裏的堅密點子，并且是細胞的腦，其餘各部，雖比胞核多佔二十倍的地位，實在是爲胞核而生的，正和果實的殼，是爲裏面的仁而生的。

細胞在顯微鏡底下看起來像什麼樣子 假如我們丟開細胞核，而察看細胞，不見得知道牠是怎樣構造的。

雖是牠透過些光，但是一定不透明，看起來好像半透明的膠凍。倘若你能想像一個像毛玻璃的膠凍，那麼就知道細胞的本體，和那樣子差不多了。有人想出一個更好的說明，說牠和一種小泡沫差不多。須知若我們所看的是一種很精妙的生物，那麼在我們放牠在顯微鏡下察看之前，一定要經過許多手續，所以我們對於細胞本身的構造，從前所見各不相同。幸而我們對於千倍重要的胞核的構造，知道得很明瞭的。

胞核不僅是細胞的主要部分，并且細胞本身的生命都倚靠着牠。假使你的一個指頭斷去了，那指頭就要死了；你的指頭本是活的，但是自己不能獨活。假如你把細胞的外體，割一塊下來，也是這樣，那塊是要死的；或者你把細胞剖爲兩部，一部裏有胞核，一部裏沒有，那有胞核的一部分一定還是活着，傷痕會養好復原的，但是那沒有胞核的一部分就要死了。這是一定不易的道理，隨便到什麼地方，不能逃出這個例子。變形蟲也是這樣的，我們如再研究和變形蟲不相同的細胞，我們就知道也是一樣的。

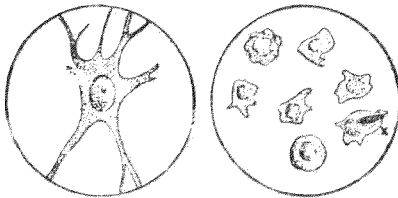
變形蟲的生命細胞和你的生命細胞非常的相像 我們身體裏的神經細胞，起初和變形蟲很相像的，但是

當牠長足之後，就大不相同了。他們和變形蟲一樣，也有細胞核。但是那細胞的身體，會向一端或數端延長出來，成線的形式，我們叫牠做『神經』。那線實在是神經細胞的一部分，從身體裏引長出來的。假使你橫割一條神經，也和剖開變形蟲分成一部有胞核一部沒有胞核相同，得到一樣的結果。

無嘴 無手 的變 形蟲 怎樣 食取 食物



這圖表示我們世界上最低微的生物變形蟲怎樣生活和怎樣活動變形蟲也和別的生物一樣是要食物的，不過他們尋覓食物，並沒有什麼手和嘴的。當牠尋得一點可吃的東西，牠便慢慢的伸出兩個小突起，包在食物的兩旁，然後把食物完全包入體內，如下行的右圖。



一切細胞的生命都是相同的，每個細胞都有一個細胞核，沒有細胞核，牠就不能生存。左圖所示的是我們身體裏面的神經細胞，右圖所示的是變形蟲的細胞，變形蟲細胞的組織，一如神經細胞。在右圖中，有個細胞正在吃一個微生物，做牠的餐膳。

神經的一部分仍然連着細胞核的，則活着不變，而其他的一部分就死了。拿變形蟲和神經細胞兩兩比較，雖是他們有很多地方不同，然而他們生活的規律，證明起來是一樣的。我覺得這是很奇妙的。生物無論怎樣的不同，那生命的規律，都是一致的。倘若你遭着什麼意外割斷了一條神經，那精明的外科醫生會拿兩頭縫合

起來，靠着胞核的權力就是離開兩三尺遠，像我們腿部的神經也會使新神經質從割斷的地方長到舊神經的鞘裏面重行長合，正和那變形蟲一樣，那含胞核的一部分，不久就會長成一個完全的變形蟲。

所以胞核是細胞生命的中心，離開胞核細胞的身體，就不能存在了。細胞能養全傷痕的能力，全仗着胞核。

我們新近所知道的細胞的性質，全賴胞核。我們知道男孩子和女孩子的性質不同；雖是他們的身體很相同，但是他們的腦很不相同。大概各種細胞的本體，是同樣質料構造起來的——倘有什麼裝置，那裝置也一定是相同的；但是因為那細胞的核，大有不同，所以各有各的性質。

細胞的身體雖不能沒有胞核而生存，但若把細胞體和胞核隔離，確能活着，並且能暫時活着。所以造成細胞身體的質料，和造成胞核的質料，都是生活質料。因為我們慢慢的明白各種生命都是一致的，所有我們不難信得一切生活的質料，在一朵蓮花，一條魚，一個人身軀裏，或是在無論什麼地方找着的，都有一樣公共的性質，使和非生物相區別。這一定是這樣的；我們一定要明白這種奇妙的質料，我們可叫他做『活質』，無論如何可叫他做『生命存在的物質』。一切生命存在的物質的名詞很要緊，雖是這名字很生，我一定要告訴你們，牠叫『原漿』(Protoplasm)。這個名詞的取義，就是造成生命的最初原料。我們所知道的各種生命，都是靠這原漿活着，各種細胞的生活部分，胞核同胞體，都是這原漿造成的。

造生命的是什麼

我們已把生命世界的事情都看過了——是我們所知道的，最奇妙的生命是供我們研究的生命。生命雖有種種，但是不論什麼地方我們發見各種生物都是生活細胞和這些細胞的產生物質（如皮，毛，木料之類）構成的；最後我們知道各種生活細胞，都是由原漿造成的。原漿是世界上最奇妙的東西，因為牠是生命的住宅；我們對於牠，不能不細細考究。五十年以來，許多有學問的人研究原漿究竟是什麼東西，怎樣構造起來的，怎樣能生活，他的生命是什麼東西做起來的，他死了便怎樣？我們現在就要講他們對於這一切生命的奇妙根柢研究的結果。

我們已經講過『各種生活細胞的生活部分』。假如我不特地指出這『生活』二字，你或者要問植物的細胞壁，可也是原漿造成的了，不過我要告訴你，牠的名稱叫『植物纖維素』Cellulose。但是你曉得生活細胞是用牠的生活力量，把各種非生活的物質造成自己。胞膜是不生活的，不是造成原形質的，卻是為原形質所造成。

你的爪端，不是活的；但是從爪根的皮膚細胞的原形質所造成的角質。我們牙齒的表面不是活的，牠是一種硬的，像石質的東西，沒有知覺，也沒有水分，但是牠是從柔軟而生活的原形質所造成。使那橡樹堅強的木質不是活的，但是由樹裏的木細胞的生活原形質所造成的。那刺猾的毛管，不是活的；鳥類的毛不是活的；但是從刺猾體內或鳥類體內細胞的生活原形質所造成。這些細胞都各有造這些特別東西的能力和職務。

有很多情形，生原形質的生活細胞，為了身體上的需要，就慢慢的全變成非生活的物質。你每次洗手，要洗去無數的皮膚細胞，那是從皮膚的裏層長出來的，因為裏面生了新的皮，細胞把他們擠到皮表面來，他們失去了

生活原形質，就合在一起造成我們體外的一種非生活不滲水的被覆物。但是在顯微鏡下，我們可以看出，那洗去的外皮的確由曾經生活的變形細胞所成。

我們要研究細胞的核，看他怎樣造成的，和在細胞發育的時候，牠所做的事怎樣的使人驚異，我們先要把原形質再來研究研究。

這實在是世界上最大的問題。從前英國詩人戴尼生有過幾句詩，那詩的精奧意義，懂的人很少。我把那短詩的全文，講解給你們聽，使你們永遠不會忘記牠的深意。

花在坼裂的古牆裏，

我把你從裂縫裏拔出來，

我拿着你根和枝葉，在我的手裏，

小花呀；我果能全然明瞭

你的根和枝葉，

我就能明瞭上帝和人是什麼。

Flower in the crannied wall,

I pluck you out of the crannies.

I hold you here, root and all, in my hand,

Little flower, but if I could understand

What you are, root and all, and all in all,

I should know what God and man is.

隨便什麼有思想的人，讀了這篇短詩，能懂牠的字句，但是懂牠的字句是一樁事，能懂其中的真奧妙，又是一樁事。我來告訴你們，這詩的真義。小花是一生物——這是這詩的要點。因為各種生命，人類也在內，都是相像的，所以我們若能全部明瞭花是什麼，我們就能夠明瞭各種生命是什麼？

我們絕不能知的生命的奧妙 我們住的這宇宙裏，是包羅萬象的。宇宙間沒有一樣東西，是平淡無奇的，是不清的，是沒有研究價值的。花雖是小東西，或只有一兩天的茂盛，就似乎萎敗了，但是啓發牠的生命的關鍵，就是啓發全世界的啞謎的關鍵。我們還沒有得到這關鍵。

我們現在要把我們關於生活的原形質，造成各種生物的事同大家談談。但是我們所知的，或是隨便什麼人所知的，不過是宇宙間很小的一部分罷了；所以最要緊的是要曉得世界上的奧秘是無窮盡的，我們纔明白了。一種奧秘，還有許多的奧秘想要發現出來，須得我們更望前的研究。

你雖游遍全世界，很聰明的發現了多少東西，發現得愈多你愈是得意，但是你所知道的事，或我們所知道的所能夠知道的一切事，若和造物所知道的比較起來，真如滄海一粟了。

我們立意要明白生命的精神 現在我們要分析原形質了，但須具有一種合理的精神。世上有些人，研究

各種自然科學，像一個兒童把錶拆碎，或把花撕得粉碎，他們只要明白一種東西是怎樣做的，正像解決一個難題一樣。還有一種大人和少年，學習把花撕碎，或把錶拆開，或者研究空氣、地質，或星辰，不單為解決一種難題圖愉快的，並且具一副精神，那精神可用現在世界上幾位大名人的話來說明。

刻卜勒氏用他的千里鏡在屋頂上做的事。這位名人叫刻卜勒 Kepler，是專門研究星辰的；他在屋頂上用千里鏡看天上的星，看了多少時纔下來，他朋友會見他，就問他所做的事。

要在別的人，或者說，『我已經察看出來行星是怎樣行動的。』可是刻卜勒不是那樣說，他說，『我是在那兒推測上帝的思想。』要知道這句話，就是說我們對於環繞我們和容納我們的奇妙世界。我們可以測量行星太陽，或星辰的行動；我們可以把花拆成一瓣一瓣的；我們可以用顯微鏡察看原形質，但是我們要記得，凡是我們所研究的都是推測天意。

原形質，又常稱做『生命的根基』，生活細胞內，都有這種生活質，無論在地上，海裏，天空；微生物的，青苔的，鼠的，或人的。

我們在別本書裏已經讀過，無論什麼物體都是從各種元素，像炭，銀，氧，等元素造成的。

那麼，我們研究這原形質，第一件事，就是問其中含有什麼元素？這問題有的確的答覆。原形質是由世界上很普通的元素構造起來的。這些元素也不是希有的，在我們所知的元素中間，要算是最普通的，最廣佈的。

這是最重要的事實。就是最奇妙的一種細胞——像人類的腦中最高等的神經細胞——也是從這幾種極普

通的元素造成的；也是從這幾種我們外圍到處有的元素造成的。

造成原形質所必需的東西中的兩種。我們一定要注意原形質裏面，究竟找着什麼元素？無論如何，其中我們已經知道了兩種，因為我們知道原形質裏面一定有水，那水是氧和氫化合而成的。我們說原形質包含在水裏比那原形質含有水分的話或許更準確些。生物若沒有液體的水，不能生存的。

但我們近來知道這句話雖是真理但不完全確實。這句話並不是說若把生物凍起來，或弄乾了，就一定要死。不是這樣的。在凍起來或乾的時候，生物要停止生活，但未必一定死；牠停止生長，停止呼吸；一些不現生命的特性，這種特性，惟有在液體的水裏纔能表現。

生命的五大元素 在那停止進行的時候，牠雖不能算是生活着，但是有了液體的水，牠仍有生活的能力；以既不能說牠是生活着，又不能說牠死了。無論如何，我們知道生命的進行，若沒有液體的水是不行的，因此我們也可以說，水是造成原形質的東西之一。

各種原形質除了所住的水裏有氧和氫之外，還有多量的氧和氫；但是他們不化合成水，卻用別種方法和別種元素化合起來。造成原形質的一定元素（若沒有那些元素原形質便不能生存的）是炭，氧，氫，氮，和磷。我們不能十分確定，在原形質裏硫磺是不是必需的，但是我們可以確定沒有原形質能沒有上述五種元素的。那五種都是很普通的元素，沒有一種希有的。假使原形質生存和改造上所必需的東西，如果不能到處都有，牠決不會遍佈全世界了。所以生命是靠普通的東西而生存的。

假使我們已經明白這些事情，我們可以再進行講一件極重大的事實。那事實就是原形質的元素，雖是通常習見的，然而那些元素化合的情形，同世界上別的東西完全不同。

原形質有新陳代謝的大力量。我想你一定記得各元素常常互相化合而成一化合物。最簡單的例子就是水，那是氧和氫的化合物；我們剛纔說水是原形質裏有的。但是那造成原形質的化合物，雖是極普通的元素合起來的，但和世界上別處的化合物大不相同。只有原形質有這力量把普通的東西化合，而成極新奇極異樣的東西。詩家做詩所用的字，是普通的。大音樂家編音樂所用的聲音，也是普通的；生命也是用普通東西造成原形質，世上現在，過去將來，所有各種美麗的生物的身體，都從那原形質造成的。

血液的赤血球

我們已經研究過那些在水裏游泳的生活細胞了，我們現在要研究那些在我們的血液裏游泳的生活細胞；並且這些細胞在離開我們身體的血裏還能活着好幾天，他們幫助血液成世界上一種最奇異的液體。血液使得我們有色澤——我們要是沒有他們，或是沒有把他們做成紅色的鐵質，我們的臉上不會現出玫瑰色的。這些細胞是在我們骨裏造成的。他們把我們肺裏呼吸進來的空氣帶到身體各處去養活牠，後來每個細胞送完牠所帶的養氣，就回到肺裏去又帶一些。像這樣循環下去，等到幾個星期以後，牠受盡磨折就死了。這時就有一個新細胞從骨裏出來代替牠。在一小滴血裏，細胞的數目比在紐約城裏的人數還多呢。

我們已經講過生活細胞是一切生物的單位，如同原子是物質的各種原素的單位一樣。我們已經研究過幾種最簡單的生活細胞都有完全的生命，如像那些微生物，及池水裏的變形蟲等等。

現在又要教我們讀世界上最奇怪的液體——就是在一切高等動物及我們自己的身體裏所有的赤血。我們雖然想到血是一種液體，但牠實在是充滿着紅的與白的的生活細胞。我們的健康，就靠着他們的健康。

無論如何，我們關於血液的知識，不可不多知道些。牠的健康就是我們的健康。其中的細胞的數目和生命，和我們的關係很大。我們吃東西，是因為要使牠的液體具有適當的成分的。如此，所以教牠能够把適當的營養分供給我們的身體的各部——從腦細胞直到造成爪甲的細胞。

血液的氣體的部分，對於我們生命有關係的。我們呼吸是因為要維持着牠的適當成分——就是要驅除從身體產生出來的，和由血帶出來的毒性氣體；又是要使供給以適當分量的養氣。血液所有的三部分——細胞，液體，及氣體——是為生活上絕對必要的。但是我們現在既是專講這些細胞，我們就可以就從他們講起。

赤血球數目比較的很多，而且很容易明白。兩個針尖大的容積的血液裏，含有幾百萬赤血球。由此我們可以知道他們的體積多麼的小。我們又可以拿一小滴血液來計算他們的數目。把玻璃片做成一個小凹窩，把血裝滿在這個凹窩裏，從顯微鏡裏看牠；我們知道這個小凹窩實在有多少深。而牠的底面上則刻有縱橫交錯許多不知多少距離的細線。

所以若是我們在計算這些小方格裏所見細胞的數目，我們可以知道血液含有血球數的多。這件事情很

費功夫，而且也很不容易做，而尤以起首把血弄稀薄了的時候爲最，但是能够做了之後，對於赤血球和白血球都很有價值的。因爲他們的數目，因健康程度而不同，而且醫生常常知道怎樣處置病人，就是因爲牠能在血液裏觀察血球數目的變化。

凡血液的顏色是因爲這些赤血球的原故。我們把一個單獨細胞拿來看時，無論如何，牠實在不是赤色，乃是黃色。因爲平常看的時候，他們都是許多的數目聚在一起，所以血液看起來呈赤色。

你戳破了你的手指頭的時候，血滴一定呈鮮紅色。但是那些生活不衛生的人，或是不很健全的人，其血液往往呈淡白；而這些人到後來所受的疾病一定很多。

使我們的血呈赤色的細胞以及他們工作所用的方法 呼吸着壞空氣，是皮色蒼白的主要原因之一。因爲在空氣裏面的不良氣體，對於赤血球是有毒的東西，殺害了他們不少，因此他們的數目有時竟比較平常少了一大半。血球的數目也有能維持原狀的；可是他們不能照正常的那麼包含着黃色，或紅色質的適當分量。赤血球是扁圓形，中心漸薄，邊緣漸厚。凡是一片東西從中心挖出些的，叫做『凹面』；要是兩面都挖出些的，就叫做『雙凹面』；若是扁平形，就叫做『平圓體』。所以我們叫赤血球做『循環雙凹面』。平圓體實在就形體上說，他們好像那些近視眼的朋友們所戴的眼鏡的玻璃片一樣。

當血液健康的時候，這些赤血球的大小和形狀都是一律的，他們中間不能看出有什麼核的，但是各個細胞，當牠小的時候，總有一個核的。到他們長大的時候，他們就失落了他們的核；他們不能像別的許多細胞那麼分

裂成爲兩個，並且他們在血裏活着的時間很短，大約是幾天或是幾星期的光景。後來他們就被破碎棄掉了。這件事永遠是這樣的，並且血液裏是永遠有新赤血球進去的。

我們身體的生活的棟柱以及在他們裏面工作的許多奇象，他們是在我們骨裏做成的。這是一種奇怪的事情，許多人都難以相信的。他們以爲骨是堅固和撐持的東西，他們存在理由，和房屋的棟柱一樣。

但是這些都是生活的棟柱，而他們的中間都裝滿了叫做骨髓的物質，這種物質不但是有生命，並且全身是最有生命而最活潑的組織。在所謂赤色骨髓裏的細胞，有造成赤血球的偉力。血液經過這些骨的時候，就把這些赤血球帶了去，除非赤色骨髓偶然有了病，一定常常把新鮮的血球供給牠。我們呼吸污穢的空氣，就有不乾淨的氣體由血帶到赤色骨髓裏去，我想這是最確實害牠的東西。

當血液在我們身體裏面流動的時候，赤血球都混在牠的漩渦裏面流行；但是他們自己是不會動的。他們是絕對被動的東西，不像白血球那樣。他們並不變形，因爲他們似乎是有了一個彈性的包皮，以防止他們這樣的。赤血球決不能把血液體的一個微生物或一個仇敵吃掉。有時我們也曾看見微生物在他們裏面，但那是因爲微生物殺了這些細胞，並不是這些細胞把微生物吃了下去。

色素的小小兒的運送 那麼，這些在我們血裏生活着的無數的赤血球有什麼用處呢？這個答案就是，他們的用處不過和運貨車一樣，是輸送他們所含着的寶貴的色素。這種黃色，或紅色素，有一個專名，非常重要，我們必須懂得牠。

牠的名稱就叫做『血色素』Hemoglobin。牠在世界上，算最有名的化合物。並且可以相信是非常複雜的。當我們把牠分析開來的時候，我們得到種種不同的化合物；他們實在和我們所知道的別的化合物一樣的複雜。我們在這部全書地球那一類，已經讀過水的化合物是從數種分子組成的，各分子又由三個原子做成的。在血色素的每個分子裏，至少也許有一千個原子。他們多半是炭，輕，淡，和養的原子。但是有一個絕對的必要的原子，就是鐵的一原子。

所以血色素，隨着鐵化合物的原則，所以是有色的。

有一件事情，我們記牢了是很有趣味的；就是：正因為那鐵對於在動物身體裏面最重要的有色化合物，所以鐵在植物體內也往往是最重要的色素化合物。

使血成紅色並且使草成綠色的鐵。這就是說，鐵在世界上是幫助造色素的東西的一種——不單是在我們血裏的紅色，並且更有葉子的綠色素。所以最下等生物沒有鐵也許可以活着；但是我們可以決定鐵對於一切高等動物和植物，總是必要的。這也可以教導我們關於食物上的幾件事情。我們已經講過的赤血球死了以後便行破碎，他們的鐵也走失了；因此，所以鐵是我們的食物的一個必需的部分。我們沒有了牠，一定會死的。那麼，要是我們知道那些食物是含着鐵，和我們從他們得到牠，自然是一件很有趣的事。像牛奶，雞蛋，麵包，肉，山芋，梨，米，及燕麥粉等食物裏是都含着鐵的。至於葡萄酒大家以為含鐵很多，所以多為這個目的用牠，但是牠實在含着很少，絕沒有那些普通食物所含的多。當各人的血裏缺少鐵的時候，牛奶的價值，實較葡萄酒為大。

但是我們還沒有講到這種血色素爲什麼如此的重要。你想我們的骨裏既然裝滿着製造牠的材料；血液又有這麼多的血球來帶牠去；又若牠在血液裏的數量較少於適當的數量時，我們就會生病等等那麼我們就可以知道牠的重要了。

血色素把養氣輸送到人體的各部。那麼血色素當然有幾種很大的用處，並且是一定會有的。因爲祇有牠把我們從空氣裏呼吸來的養氣輸送到身體的各部。我們已經講過每個生活細胞必定要呼吸，不然就要死的；我們又知道身體的各個生活細胞必要得到養氣，不然也就要死的，而且牠能得到養氣僅有經過血液的一種方法。又血液能夠供給牠，也僅有一種利用這種血色素的一種方法。現在我們所已經學過的，可以幫助我們明白血色素做的是些什麼事情。

第一，我們必須明白血液是常常的週身循環，並且在這個工作的過程裏，牠走過肺部。在每幾分鐘——有人說是四分鐘——的時候，血液裏每個赤血球通過肺臟；並且在這種動作以後，牠就到身體的各部去。像這樣的來來往往，直到牠的生命終了，而一個新血球來接替爲止，牠的通過肺部的完全用意，就是在那兒找尋養氣。有時牠也可以得到許多污穢的氣體來毒害牠。因爲牠要養氣，所以牠到肺臟；並且若在其中受着我們呼吸不當心而得到的毒質，那麼對於這個赤血球有什麼壞處，就是對我們有什麼壞處，因爲牠是爲我們服務的。

現在我們要注意的特別幾點，就在下面：血的液體部分和血中的白血球，當他們通過肺臟的時候，不能帶些對於身體很需要的東西像這些養氣；祇有那赤血球，能做這種事，並且也祇因爲有這種血色素在他們裏面，所以

他們能做這種事。

當我們呼吸的時候到肺裏去的是些什麼？有時他們很多，但因他們含的血色素不多，所以我們後來生病。血色素的每分子有把牠自己和養氣的每分子結合的能力。現在沒有一個人知道血色素的確實組織。但是爲便利起見，讓我們給牠一個牠自己的名稱叫做 Hb（血色素的英文原名叫做 Hemoglobin），但我們不能叫牠做 H，因爲那是指輕氣的。現在養氣的一分子可以 O_2 表示牠，那麼當血液通過肺臟的時候，所有赤血球的 Hb 和肺裏 O_2 結合，成爲一種化合物，我們叫做 HbO_2 。這種不過是血色素和養氣的結合，就稱牠叫『養化血色素』Oxyhemoglobin。和這個相對照的，就是，當沒有養氣的一分子來化合的時候，我們就稱做『血色素』或是當養氣的一分子離開的時候，就叫做『還元血色素』。我們記得無論什麼東西和養氣離開的時候，就稱牠是還原了。

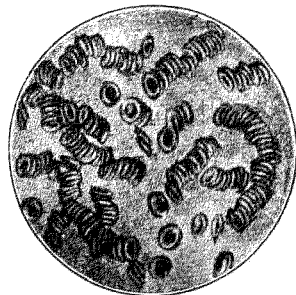
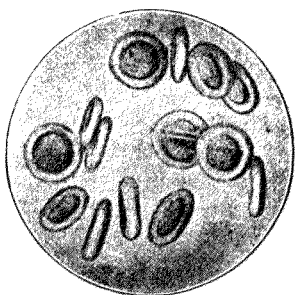
那麼，來到肺臟的，就是還元或單純血色素——Hb。離開肺部的就是養化血色素 HbO_2 。這個在血裏顯出一種顯明的顏色差別。因爲 HbO_2 有一種光明而悅目的紅色，就是所謂生物色；而 Hb 則有一種較黑較慘的色。我們能夠在誰患窒息的人，立刻就看出這種差別；因爲牠的皮膚變成黑而紫。當牠還元的時候，這個健康的顏色也還原，因爲空氣到肺臟裏，而且血在牠的皮膚裏有許多 HbO_2 ，在牠裏面，來替代那原有的 Hb。

試看你的手背和血液的流動。假如你看你的手背，或者你的手腕的前面，你將要看見許多小青色的線，這些就是靜脈管，而在他們中間的血，是走向肱上部的。你可以就說牠是這樣子做的，因爲假如你把你的肱臂垂

下面用你另一手的指頭沿着手背的靜脈，用力向下向指端按壓，那麼這條青線就不見了。後來若是你取開你的手指，你可以看血液向上流，又把靜脈充滿了。這靜脈從皮膚看下去是藍色。因為在血液赤血球裏，色素是一種暗色的緣故；牠是 Hb ，不是 H_2O_2 ，并且這種血液是盡着牠的速度向肘部壓回上去，預備到肺部去，從這個地方牠可以找到新鮮的養氣，這些養氣就是你在這個時候呼吸進來為牠預備着的；而在肺裏 Hb 可以變成 H_2O_2 ，而暗的血又將還原到鮮紅的了。這種鮮紅的血液走回到心臟，由心臟壓送到身體的各部分。在這些地方，牠的職務是盡送牠的養氣，使 H_2O_2 又還原成 Hb 。 Hb 又送回到肺，攝取養氣，如此循環不已。

對於血色素最奇怪的事，那麼，就是一方面牠的攝取養氣的能力極其容易；而一方面把牠送到所要的地方，也非常的容易。這就是我們血液裏那些無數的赤血球的完全的職務和目的。

若是我們很為舒服，強壯，有用，又快活，我們在我們的血液裏，必定是有赤血球的充分的供給。所以我們必定避免那些害他們的東西，或傷害造成他們的骨髓。我想壞空氣是毒質中最重要，我們幾乎常常碰見牠。但是在世界上許多地方，對於赤血球最利害



這兩圖中我們可以看出赤血球是像怎樣的形，這是比原形放大了許多倍的。在顯微鏡底下的一小滴血裏，赤血球的數目，實比芝加哥住的人口還多。當他們死的時候，赤血球就移動貫連在一起，和一串珠一樣，如同左圖中這般。

的毒質，大概是在做瘧疾原因的微生物。有幾種蚊蟲攜帶這種微生物，當他們咬我們的時候，就把牠送到血液裏，在血中就傷害了不少赤白血球，我們能從事於殺滅這些蚊蟲，就所以防制這種病。

爲什麼人們服了毒就會死的？許多毒質的作用，就在妨礙血色素的工作。例如精酸在血液裏和血色素混合，牠就不能攝取養氣。而一個人要是受了精酸的毒，就要窒息死的。血液通過肺臟的時候，不能够在裏面攝取養氣。酒精對於赤白血球也有同樣的作用，兩者之中，隨便那一種，總會把血色素和養氣的混合，比平常格外堅固，其結果就是牠由身體的組織來還元，不得像平常那麼快。因此他們不容易燃燒，這就是我們喝了過多的酒精，會發胖的一種原因。酒精爲什麼能這樣，卻是沒有一個人知道。

血液的白血球

我們已經讀過赤血球的故事，他們把空氣從肺臟帶到身體的各部去。下面我們所研究的白血球是更奇怪，他們的生活更活動，他們能保護我們，防禦我們的仇敵——像清掃夫細胞 *Savenger cells*，掃除污穢無用的物質，又像陸軍細胞 *Soldier cells*，抵抗無論什麼時候竄進身體裏任何部分的那些危險的微生物，并且撲滅他們。這些白血球早就有一個別名，叫做「自然的治療力」。在下面我們又要研究那些血液內的氣體，尤以像碳酸氣。這種氣體從身體各部由一種特別化合物帶到肺臟，而後驅除掉的。若這件事停做五分鐘，那我們一定會死。因爲我們所造成的這種氣體，一定要驅除之後，我們纔得生活，否則我們就被牠毒死。又我

們還要研究那血液裏食物和其他的通信和幫助白血球撲滅惡毒的微生物的物質。

現在我們又必定要講到血液裏的另外一種細胞——就是白細胞，講到這種細胞有些已經講過的了，因為他們有許多實在是像池沼裏的變形蟲。白血球在血液裏比赤血球少。每兩針尖的血液，應含有四五百萬個赤血球的，卻不過含有八千個的白血球——這是說我們在健康的時候。然在許多種的疾病時，白血球的數目大為增加，也有多五倍，甚至有十倍的。醫生尋常以為這在疾病上是一件很不良的事，但現在我們知道這是好事。因為白血球對於病有特別的用處，所以這可以自行證明其自然的治療力的一個方法。

這些白血球的形狀並不一定，不像那赤血球是同樣形狀的。他們的大小，對於色素的染色力，種種不一。所有這些不同的種類，差不多都是代表各種他們生活的歷史的程度。他們沒有有彈性包皮，但他們變化起他們的形式是很快的。

從前多少年代以來，人家對於這些白血球有些什麼用處，很是懷疑。後來有許多奇怪事情發見了。起初見白血球的內部有微生物，於是猜想微生物侵犯這個細胞，並且殺害了牠；後來發見他們帶着些煤灰小點在他們的裏面，可知這些細胞一定要為他們自己而攝取來的。後來我們又知道怎樣借着顯微鏡之力來保存一滴血的溫度，照這樣做，我們可以在數小時內，觀察這些白血球。並且發見其中白血球內的微生物在先沒有死，但是過一會兒以後，這些微生物就不見了，而白血球仍然生着。

最後我們能實地觀察這些白血球捕捉血液中的微生物，或任何外來的塵點。白血球和他們間的情形，就

和變形蟲和牠所食的東西一樣。不但是這樣，我們在顯微鏡底下看一生活組織的血管，就發見白血球有一種穿過血管壁的方法；並且遊行於在身體的組織內。他們到這樣情形的時候，叫做「遊走」Emigration。

現在假使你的手指破了；譬如有些污穢東西和微生物竄入傷口內。我們便見血液裏這些白血球，穿過傷處鄰近的血管，成千萬的到那兒去。我們可以看見他們這樣子做。各個白血球經過些地方到那兒去，也許要半小時的光景。他們在這兒集合起來圍繞那傷的地方。

這些白色的小兵爲救你的命而死。同時，假使一種損傷是很利害的，全身很奇怪的，就像是得了這種消息的報告；並且各種造白血球的器官就竭力的活動。假使現在我們在任何部分裏，取出一滴血，計算白血球的數目，我們知道他們就增加了許多。這些由傷處遊走出來的白血球，就去攻打這些微生物；並且差不多是百戰百勝，殺了他們，又把他們吃掉了。

我們的傷損能復原，就是因爲這個緣故。假使你的手指曾經受了毒，只有你血液裏的白血球能使你復原；只有他們把竄入你手指裏的微生物殺掉了。他們打仗的時候，死去千分之十。醫生常常由你的有毒的手指裏拿出來的那些乳白質的東西，大半就是這些小兵的死尸堆成的。他們是爲了拯救他們的主人——身體——而死的。

這部生命現象書裏最奇怪的故事之一。那麼，這些白血球，從前是個疑問，現在他們在這部生命現象書裏給我以一種最奇怪的故事。他們是身體的衛隊，抗禦外來的生活仇敵，以及非生活的異物。人家常常稱他們

叫身體的清道夫，或說是牠的警察。就我們現在所辨別的，在人生大部分間，他們服務的機會很少。但是他們和兵士、警察、和消防隊一樣，常常有備無患的。因為不論在什麼時候，有些事情發生，就要用着他們的。那就很明白了，我們能從一切病症復原，就是靠這些白血球的力量。我們染了肺炎，猩紅熱，麻疹，百日咳，和水痘等病，痊癒的時候，並不是醫生把我們治愈，乃是我們自己實由於我們的白血球的力量為主。至於醫生所能做，而實在做的，不過把我們放在最適宜的情狀，使我們能够自己把自己治愈了。

多年以前，有一位大人會經講過，關於天然的治療力。拉丁原文可以寫出來，因為將來我們也要讀的。

原文是 *Via medicatrix nature*。 *Vis* 的意思是力， *Medicatrix* 的意思是治療。我們每天研究身體的健康和疾病，不論是人的身體，低級動物的身體，或植物的身體，我們愈覺明瞭這個天然的治療力。假使我們想到牠自從人出世以後，就是常常和牠的仇敵打仗的，像那氣候的變遷，颶風，大水，各種意外的事情，生存競爭，生命的毒物等類。

天然醫治我們的最奇妙方法。所以，最初要知道生物怎樣從損傷復原的事是很重要的。若是受了一次損傷，就存留着一次，那生命就不會進行了。這種復原力，在一生的壽命裏，一定是增加的，就全體講起來，在人一方面，也許比較他種動物大些。

我們知道疾病，死亡，和不測的發生，並且我們又看見許多損傷不能復原的證據，但是我們不可忘記有多少損傷，有多少不測的事，有多少中毒的事，是由天然治療力治愈的。造這句成語的時候一般的人絕沒有知道這

種治療力究竟是怎麼一回事？他們絕難把身體試驗一下；他們不過看見那些生物，普通體內必有某種東西，能常常保衛他們的。

但是現在我們能够指出血液裏的白血球，并且能够實說出這就是我們的祖宗所說過的「天然的治療力」。我們能從害了病復原的人身上取出一滴血，并且能夠看見這些白血球，在那滴血液裏，吃掉這些微生物；又能實見那時候，這血液裏的種種現象。這種當然不是身體保護牠自己的惟一方法，但是牠也許是最奇妙的。

當你損傷了你的手指時候所見的奇妙事情。這白血球的故事，還告訴我們一件事，就是身體的奇怪的結合。些微的損傷，像一個手指兒有些污穢或是破了，全身好像就像立時知道一樣。那遠在身體內部的脾臟，和在頸部皮下及腋下的小腺，因為有這些化學的報信者，從損害的地方，把消息送給他們，差不多老早就知道了；於是他們就立時開始加一倍二倍的方法，產生幾百萬的白血球——這都是因為手指頭兒有毛病的原故。

這是血液所做的其他職務以外的最要職務的一種。牠不但是帶養氣，食物，和小兵——我們應當稱牠叫兵艦——並且牠還是一個傳達消息的大機關。在身體的任何一部分中，沒有不起化學的變化的，而由這種變化的結果，所生的化合物，就進入血液裏去，由血流帶着他們。後來他們到身體的別種職務的部分裏去，又有見有相當的結果了。

酒精怎樣破壞這些白色小兵的戰鬪力。最近我們已經讀過白血球在我們的生活過程中，除損傷和危險的偶起事變以外，還受許多事情的影響。當我們消化食物的時候，他們的大多數就進入血液裏。至於這是什

麼緣故，我們還不知道。但是我們已經研究過有許多藥物，其中大多數假定以為是有用的，卻能使這些白血球麻痺，以致他們不能做他們的工作。這是一種重要原因，就是為什麼現在有許多醫生用藥的分量較向來所用的少。他們現在正十分相信身體自己的治療力，並且他們不願用那些徒然防礙這種治療力的藥物，並且也許不用其他方法。關於這事的有一種最明顯的作用的物質，就是酒精。若有這種物質的僅微分量，那白血球就停止動作；並且也不注意到微生物了，假使沒有酒精，他們立刻就被吃掉了。這就是解釋何以喝了酒的人，往往不能使傳染病像那些不喝酒的容易治愈。

除掉赤血球和白血球之外，血液裏還有別的小東西；但是現在也不必詳說了。他們是很小，又圓，而透明，叫做『血小板』Blood plates，比白血球多，但比赤血球遙少。至於他們的功用，我們現在還不知道。

助我們造血的氣體 我們所要講的，是關於血液裏的固體部分。更有液體部分和氣體部分，我們也要研究的。關於氣體部分所要講的很少；但是我們要先講牠，因為牠和我們已經講過的赤血球的種種職務，是有關係的。

在血液裏最重要的氣體，當然是養氣。這種養氣在正往肺臟進行的血管內的血液裏是很少的，但是由肺臟出來的血液裏是很多的。然而牠的全體，不是完全像一種氣體；假使牠要是這樣，那要佔的地方，就非常的大。但是像我們已經看見的，是和 H_2O 化合，而成爲 H_2O_2 。至於溶混於血液裏的養氣，極微極微。

有一大部分的淡氣，是常常溶解於血的液體部分裏。牠所得的進路，是從空氣經過肺臟來的。牠這樣進

去，是沒有目的的；並且也沒有什麼用處。在我們的食物裏，假如沒有淡氣的化合物，我們一定要死。但是不過僅少的幾種下等植物，能夠得到淡氣；並且化合物。全動物界，連我們自己，都是靠着他們所成的淡化合物。

當我們爲避免痛苦而呼吸哥羅芳，或笑氣的時候，這些氣體當然可以在我們的血液裏找到的。又當我們呼吸了不清潔的空氣時，其中所含的各種氣體，也得在血液裏找到。

在我們身體裏造成的氣體，然這許多都是例外。更有其他一種最重要的氣體，常常在血液裏找到的；並且和我們所已經談過的養氣相當。這種氣就是碳酸。牠的成分是一原子的炭和二原子的氧，所以我們寫起來是 CO_2 。這種是我們身體的不絕的產生物，就和火燃燒時的產生物一樣。

若是火不驅除牠的碳酸，牠一定要悶熄。我們自己也是這樣，所以往手指裏去的血液，和從手指裏來的血液間有二個大不同處，絕不是一個。往手指裏去的血液，像我們已經看見過的，養氣很多，但是含的碳酸卻很少；回到靜脈裏去的血液養氣很少，而碳酸很多，因爲牠把這些碳酸帶到肺臟，當我們每回呼氣的時候，就在這兒驅除。因爲從各部的組織帶回到肺臟裏去的碳酸氣的量甚多，所以在血裏不能以氣體形狀攜帶，因此正像養氣和一定的物質化合而成 HbO_2 一種東西——這實在是固體——那一樣，所以碳酸也和某種物質化合的。

若沒有了一種鹽類何以沒有人能生活一會兒的。然而和這事有關係的既不是赤血球，也不是白血球，又不是血小板，這大約是由一種最貴重的鹽類行的，這種鹽類常見溶解於血內的液體各部分裏。這種鹽類的分量極大，全部對於我們的生命所必需的，所以也是我們的食物內所必要的。即使不是他們的全部，至少有一大

半是同樣發見於一切有血動物的血裏，和無血動物的液體裏。

凡攜帶碳酸於該物體內，由各組織到肺臟——或者無論怎樣，攜帶碳酸的一大部分——的特殊鹽類，叫做『碳酸鈉』。

碳酸鈉本體，是金屬鈉和碳酸的化合物。但是現在還有一種鹽類和這種很相近似的。不過牠含着比上種兩倍的碳酸。這種鹽類叫做『重碳酸鈉』。重字不過是兩個的意思。現在我們也知道重碳酸鈉是很好的，因為我們用來做烤餅蘇打，沒有再好的了。當我們讀這兩種鹽類的時候，我們在身體外面能觀察到，在某種情形之下，那一碳酸鹽類能吸收碳酸成爲重碳酸鹽類；而在另一情形之下，重碳酸鹽能失掉一半的碳酸，變成一碳酸鹽。

身體怎樣驅除牠所造成的有毒氣體 以上講的兩種作用，在我們的血液裏面進行不止；並且對於我們的生命是很重要的；但是他們在我們身體裏面進行，似乎比在體外容易而迅速，一部分是因為身體的溫度，並且也許是因為身體裏面有些能力使化學的變化在牠裏面起得快些，又容易些，所以他們在體外總是慢而且難。

現在我們可以述說當新鮮血液營養身體各部時，起什麼現象？溶解於血的液體部分裏的，是一定量的碳酸鈉。現在；凡牠所走過的身體的部分是生活的——這意思就是說燃燒——並且是造成些必需驅除的碳酸的。這到了血酸裏面，和牠所找着的碳酸鈉化合，遂成爲一種重碳酸鈉，而攜帶回到靜脈裏，最後由此達到肺臟。

——即使牠從足部到這裏，也不過約兩分鐘的光景。在肺內這重碳酸鈉，復行分開失掉牠從身體得來的過廢

的碳酸，而我們把牠呼出去，就此驅除。

我們見這樣留下碳酸鈉在血液裏，預備再到各組織裏去，和從前吸收另外一倍碳酸一樣。這樣循環不已，恰像血色素與養氣的關係一樣。其最大的區別，一則是把他們所需要的東西，就送到各組織去；一則把他們所不要的東西，驅除出來。

我們呼吸的時候工作的真正機械 但是我們現在可以注意這兩件事，像是一種作用的兩個平分的一半，而那作用，就是一切生命最要的事情的呼吸。我們所稱做呼吸的事，移動胸膛，把空氣送進去——實在不過是牠起始的一半——就是吸養氣；還有牠的終末的另一半，就是呼出碳酸氣。真正的呼吸，就是身體的生活的細胞自己做的——由每次流動的血液去幫助的——血就把養氣帶給他們，把碳酸帶出。

我們知道火燄在通風的地方燃燒，就很快，而且亮。這通風是怎麼樣呢？牠不過把養氣吹到燃料那裏，後來，把牠燃燒的時候所生出來的碳酸，吹開了。若是我們把牠想一想，這實在是和血液在我們的身體內流動的現象一樣。並且恰像一個火在一處通風的地方燃燒得明亮一樣，我們身體內血液流過得很快的部分，燃燒得就很好，而且很是健康。有時，血流動很慢，而在身體的一部分內差不多變成停息，這不過就是這一部分不能夠呼吸。所以牠就有病。假使身體的任何部分，血液完全流不到，牠在一刻功夫就會死。

沒有人十分知道在我們的血液裏鹽的職務 現在我們還有血的液體部分，脂着要讀，並且這個對於我們的生命，同樣是必需的。我們已經讀過關於牠的一件事，就是牠包含着各種鹽類溶解在牠裏面。他們都是要

緊的，但若我們要談到，在他們這裏頭，那一種是比較別的更重要，當然是碳酸鈉，或我們上面講的重碳酸鈉。然這種鹽類在血液裏的分量，不是最多。

食鹽，或氯化鈉是我們都知道的。在血液裏，算是最多，并且牠使血液呈鹹味，和牠使眼淚呈鹹味一樣；眼淚內的鹽當然是從血裏得到的。我們還不甚明白，血液裏的氯化鈉，真正的需要是什麼？不過我們知道牠所做的有用的事，但是差不多有一大部分我們還不大明白。牠幫助保持血液和體液的某部分的，因為若取去了鹽，那些對於血液和身體所必要的某種物質要變硬，而成爲固體。血液內的食鹽，對於食物的消化也很重要，因爲當牠走過胃壁的時候，有些被覆在胃內面的奇異小細胞，在這食鹽（或綠化鈉）上起作用。於是由此生出一種酸類，叫做『鹽酸』。當我們食事的時候，他們把這鹽酸送到胃裏去。因爲牠於消化很重要的。血液怎樣幫助身體驅除牠所不要的東西。但是血液內的氯化鈉，比我們所知道的，更要重要。因爲像別的鹽類，雖然實在是必要的；但我們卻難知道他們爲什麼是應當必要。

其他的血的液體部分，是全世界裏頭最奇怪的一種混合物。不過最近我們纔去研究牠是怎樣重要。對於我們一些有用處的各種食物，必須由血攜帶；而單是這個意思，說血液含有一大羣的各種化合物——各種脂肪，糖，而尤以我們稱爲蛋白質的貴重食料爲最。

又凡由組織的生命，產生而排除的物質，都注入或含容於血液的流動部分內。碳酸雖是各種組織生命的產物中最重要的一種，但我們切莫要懸想牠是一個唯一的產物。要知道還有其他許多東西——或有二

十種——都由各種器官排除出來。爲這種目的而存在的這些器官，除肺臟外，還有腎臟和皮膚，也很重要。

不單是這些。

我們在本世紀中，已經研究過這血液裏所含的，除白血球外，還有各種對於微生物，有毒的流

動物質，這就是我們常常健康的原因之一，爲什麼呢？我們雖然屢屢呼吸着微生物，我們雖然在我們的食物內

吃了他們好幾百萬，並且雖若他們是有害的對於我們就有害，我們仍舊能維持健康，就因血液內這些流動物質

的效力。這些保護的物質，一部分由血的白血球產出，一部分由身體的各種組織供給牠。他們也存在下等動

物的血液內，正和在我們自己的血液內一樣。所以血液含着許多，由身體自己造成，供自己使用的特別化合

物。身體內產生特別化學物質的部分，叫做「腺」。多數腺發出小管，由此排出他們所產生的東西；例如那產生

唾液的腺，當我們吃的時候，就進入我們的口裏。但是還有其他的腺，並沒有這種小管。他們的存在，是要把某

種物質送給血液，使身體健康，並且當血液通過他們的時候，血液不過收受這些送物質，而帶到他們所有用的地

方。其他照我們所知道的，血液裏還有別的物质，其作用不過像報信者一樣，從身體的這部分到那部分，並且由

牠帶到那有目的的地方去。那麼，就全體而言，我們也許想到這一滴血，是世界上最奇妙的東西了。我決不相

信再有別的東西，像一滴血那麼小的容積，有這樣複雜的了。但是血液雖然供給腦，像牠對於身體其他部分一

樣，並且雖然在幾秒鐘內，腦若得不到新鮮的血，牠就停止作用，然而這腦實是尤其奇妙，牠的一小塊，所包含的神

經細胞的數目，出乎我們的意料之外，甚至比血所有的細胞一千倍，因爲神經細胞我們的思想所靠着的，那是各

種奧秘中的奧秘了。

我們現在必須要研究心臟和牠輸送血液的方法。這個大發明，由一位英國人行的，並且竟可以說，關於身體的一切工作的知識，就從那時候開端。這是啓發自然界的門戶的許多大發明之一。有些發明是這樣的，他們解釋許多從前所不能解釋的東西。他們指示求新知的途徑，而給我們得達目的的工具。生活細胞的發明，地心引力的發明，地球繞日而行的發明，和血液循環的發明，都屬一種啓發自然方法的萬能鍵了。當我們更進而研究關於身體，和普通生命的新物質的時候，我們就會想到，雖然我們所看到的，離開我們下面讀到的哈佛 William Harvey 所看到的還遠，但是就事論事，我們總是靠着他幫助的。

心臟——生活的唧筒

我們在一切高等動物的身體裏，見有一奇異的唧筒，中空具有管，由此發出，我們稱牠為心臟。各種動物，各有不同種的心臟，但在一切主要點，觀察一切有赤血的動物的心臟，只有一個，而且是同樣的。我們知道牠在生活期間內是搏動的，因為若是我們跑得太快，或是受了驚慌，我們



右圖表示顯微鏡下觀察血管的狀態，他們裝滿着血液和血球，其中大多數是赤血球，形圓而有規則，少數是白血球，大而是呈膠凍狀。左圖，我們看見幾個兵士細胞——大的白血球——和一羣微生物開仗，深色的就是微生物。有一個白血球已經吃去一兩個微生物了。

能夠在我們自己身上感覺牠的搏動；而若我們捕一隻小貓，或一隻小鳥時，我們能感覺着牠的心臟搏動於我們的手指下。心臟是一個最奇異的東西，雖然實際上幾千年以前，人們早已知道，但是直到了近三百年來，人們纔發明了心臟所做的是些什麼事，以及血液怎樣流動。哈佛氏創這個發明，他的功績何等偉大，我們應當對於他個人的史傳誦讀一番。現在我們讀哈佛氏對於心臟工作的發明，以及我們所知道的各部分。

當最先發明心臟的作用，和血液怎樣的流動的，哈佛氏在日顯微鏡還沒有發明。所以他要看那從心臟發出的大血管和還流到心臟的大血管中間的流行血液的細血管，是做不到的。他死在一六五七年。其後四年，有一個意大利偉人，他是一個星相家，他最先得到一個顯微鏡；看見田雞的肺臟裏很小的血管。雖然他們完成了哈佛氏發明的證據，但是他死了，絕沒有看見這個。到現在我們無論誰用一點小功夫，就可以看見這些奇妙的。哈佛氏所行他的大試驗時候，想要看見的血管了。

這些小血管，小得差不多和頭髮一樣。所以稱他們『毛細血管』Capillaries。這個字在拉丁原文裏，就是毛髮的意思。雖心臟而行的的大血管叫做『動脈』；而那些把血帶回到心去的，叫做『靜脈』。

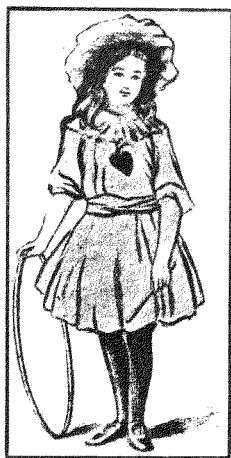
假如我們把死後的動脈剖開，那裏面是沒有血的；所以動脈從前設想以為攜帶空氣用的。那時候假定這種空氣是身體的精神，或呼吸，就是生命的真源泉。後來一個羅馬的偉人格林（Calen），在生活動物的身體裏，把一個動脈剖開，見裏面充滿了血液。這個在我們的知識界裏，又進了一級。但是後來過了好幾百年沒有多少進步。後來又有一個偉人叫做塞爾維塔斯（Servetus），生於十六世紀，而因宗教的關係，被克爾文燒死的，他發

見血是怎樣走過肺臟。但是直到了哈佛氏，纔發見血液循環到別的部分。這種血液循環是身體工作的中心事業，不論是我們的身體，或是其他各動物的身體，並且我們必需要懂得牠，讓我們來先看這個心臟的自身，再來研究牠的工作。

我們已經講過的，這實在是一個空唧筒。牠的壁是由肌肉做成，並且這當然是身體裏面最重要的肌肉。在我們生存的期間內，牠是成天到晚不停留的搏動。假使牠停止了一刻兒功夫，我們就要昏倒在地上了。牠

的工作，在人類比在別種動物難些，因為身體的部分，最需要血液的是腦部，而在我們人類，既是豎立的，腦是在心臟的上部，不是在牠的前面，所以血液要由心臟壓上去。又心臟也必用強力的搏動，把血送到下肢，又要使牠由靜脈送回來。我們知道我們的足部受涼，何等容易，牠的最要原因，就是因為血由下肢走回是很難的工作。所以血液循環經過下肢是很慢的。因為兩足自己發生的熱極微，所以要保持他們的溫度，全在溫血。

心臟位於身體的上半部，就是胸部。這胸部是由許多長而細的肋骨圍擁着。有些人有一種奇怪的思想，以為胸不過是身體的前部，但這個當然是不對的。胸部是軀幹上半部的全體，牠有一背面和一前面。充盈於



由這圖可以看出心臟確準的位置和牠與身體相比的大小。

牠的裏面的東西，要記憶起來是很簡單的，就是兩側各有一個肺臟，以及兩肺中間的心臟。我們常常以為心臟在身體的中央，但是實在講起來，牠的三分之一在右側，三分之二在左側。若是你把你的手放在你的胸部的前面（最好是用你的右手），然後你用你的手指尖兒按着，便常感覺到你的心臟的搏動，而尤以你跑得很劇烈的時候，或受了驚慌，或憤怒的時候更快。你覺得有些東西對着你的手指兒上跳動，每一分鐘八十次。成人的速度，由七十次到八十次。男人比女人慢些。但是假使你是個小孩，你的心臟搏動得更快，而在初生的嬰孩，每一秒鐘，牠要搏動兩次。當我們受了熱，或是有熱病的時候，牠的搏動尤快。

現在若是把你的一隻手的手指放在手腕上，你也可以感覺着該處有些跳動，這普通叫做『脈搏』。下圖中的 X 就是表示你能找到牠的地方。假使你把你的手，背向下放着，



這個 X 是表示手腕上脈搏的位置的。這裏動脈恰在皮膚之下，所以我們可以按出牠的跳動來。

你可以感到這脈搏在手腕的外側。這裏是按脈搏的一個適當所在。因為有一條大動脈下流到手，當牠經過手腕的時候，恰好浮在骨和皮膚之間，所以是很容易接觸到。假使你把一手放在你的心臟上，把另一手的大拇指放在前一手的手腕上，你一定找得到這兩部的搏動數是一樣，但是你也能覺到那手腕上的搏動，往往比心臟自己的搏動遲一些功夫。這是因為心臟的搏動，造成脈搏。因為牠表示心臟正在輸送血液通到動脈，並且血液的流行的時間既是很快的，在手腕上的搏動，當然一定比心臟自體的搏動稍微遲些。假使你把你的兩手放

在一個朋友的兩手腕上，你便要覺到牠的兩脈搏是同時來的。

我們普通稱這在手腕上的脈搏，叫做「脈息」。但是每回心臟搏動，牠就送出血液通到各處動脈，并且還有別的幾處，我們可以感到脈搏。假使你把你的手放在你的頸上，好像你要悶住你自己的氣一樣——不過放和平些——你就能於各側感到脈搏，這是因為血液經過頸部大動脈的通路，走到腦內。假使你把你的手指尖兒放在你的頰上，在你的耳朵的直前，在該處你能找到一塊小突起的骨，這實在是你的顳骨，你也能在該處覺着脈搏。這條動脈是在頸部大動脈的一枝，并且是帶着一些血液到頭皮裏去。但是在頸部的那些動脈裏，血液的一大部分是進入顳腔而達腦部。

最後你可以找到你自己還有別一種的脈。我們雖然也許不知道牠有什麼用處，但是我們都知道有這樣東西的。假使你把你的下肢交叉起來，并且觀察那交叉的一隻腳，你可以看見牠有些小跳動。假使同時你去接觸你手腕上的脈搏，你可以找到這兩種的速度是一樣的，不過你的腳上的跳動，常常比腕脈遲些。現在要知道這小小的跳動，是因為下肢的大動脈，以一種蜿蜒的狀態，下流到膝背的中部；但是當你交叉你的腿的時候，你把大動脈被其他一個膝蓋骨壓迫住了，并且動脈隨每次內面的血液的搏動而脹大，這個結果就是這個全下肢有一個小跳動出來。假使在你洗熱水浴的時候，你看你身體前面，在你的胸部直下的部分，你很容易就能看見你全身中最大的脈搏；這是因為大動脈從心臟沿脊柱的前面，下行而起一種脹大，而這條動脈的分支中，有一條就是那當你的交叉下肢的時候使你的腿跳動的。凡此種種事情，當然已經知道好久的年代了，但是人們常常

以爲血是從心臟的兩側來去去的，並不是循環的。然而他們怎樣有這種設想，實在是很難知道。

我們對於身體內的幾條大動脈，和他們的脈搏，已經講過了，現在讓我們來講講靜脈。靜脈也是些小管，和動脈一樣不過管壁較薄。又能夠使他們薄些，因爲他們裏面的血壓，并不像那動脈管裏面的那樣高。靜脈大多數在身體的表面，在皮膚的直下，所以我們能夠看見他們。照我們上面已講過的，他們裏面的血液，是回流到心臟的。靜脈內沒有脈搏，因爲在血液達靜脈之前，牠已經通過那些交通動脈和靜脈間的極細小血管，並且在那時候，脈搏早就不很顯明了；所以血液經過靜脈向上流時，是十分平靜。

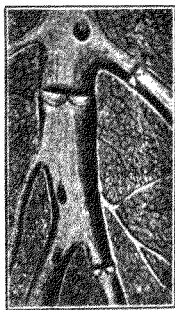
無論誰總會有遇到或見別人遇到意外事情的時候。

一條動脈，或一條靜脈破了，這個人就流血。講到血液

是非常寶貴的，沒有人能夠受這種損失。所以凡我們當

遇到流血的時候，止血是我們的職務，無論誰稍有一些勇氣，和一些學問，照這些方法可拯救性命。下面講的就是止血的許多規則。

第一條規則，是不用靠什麼血液循環的知識，並且是要愈簡單愈好。讓我們來假使有一塊石頭掉下來的時候，打破了某人的臉而致流血。人家手頭當然有一塊手帕的，這時你拿手帕去輕拭傷處，然後取開手帕，你便得見這裏的血液滲出或迸射。照規則——照全部的規則——這時候把你的手放在出血一點上按着牠，這事



靜脈把血液帶回心臟，
如這圖這兒有些小東西，
好像一個珠的半片，是些
小瓣，像小囊一樣，以防止
血液逆流的。

在頃刻間所能做的，並且能直接做的，直到你把你的手拿開以前，不會再有些血流出來了。這到有些像一樁荷蘭小兒的有名的故事，就是這小兒踏在水堤的縫口，把他的小膀子塞進去，阻止水流進來。只要你的手指一放上去，立刻就沒有危險，於是各人有時候籌展了。或請一位醫生來，或將傷者送醫生那兒去；但是第一條規則，比較其他各種規則還有價值，只要把你的手指放在流血處，並且把牠按着在那兒。

當意外事情發生的時候應當怎樣止血 現在還有別的規則，是靠着我們血液循環的知識。讓我們拿一個極普通的例來講。在下肢的表面有很大的靜脈，而這些靜脈有時很擴張和腫脹，而且無力。有時其中一條竟會完全壞了，於是血液就滲出於皮下。在這時候，假使沒有人救，這個人因這個小小的意外事情，可流血而死。自然，無論誰凡知道把手指放在出血點的規則的人，或保持了他的頭部的人，一定能保護自身的安全，但是有好些人不知這些規則呀。他們很用心學那些文字，以致他們沒有多少時候去學怎樣急救生命的方法了。

但是當這個法子行過了，後來應當怎樣做呢？我們要做的事情，是靠我們的血液循環的知識。下肢裏這種破靜脈管裏的血液是向着心上行的。所以我們必定要把我們所用的壓力——譬如用條手帕——放在出血點的下面。

心臟的兩個唧筒和他們在我們的身體裏所做的工作 靜脈內有不少瓣膜。這些裝置，為的是防止血液從他們流回去，但是在我們已經說過的例子，有時候須在流血點的上部和下部都要加壓力的，因為有時候瓣膜會弛懈的緣故。又我們的靜脈內的瓣膜，并不是以最好的方法裝置，因為我們是直去步行的一種動物；他們在

那些用四肢走路的獸類，算是照着最好的方法裝置。這是很有趣味的。但是現在讓我們來假設某人受了一種意外的事情而流出。我們再假設那流出的血液是鮮紅的，並且不是滲透出來，乃是迸出或湧出的。這就是有一條動脈流血的證據，這時候我們雖也把我們的手指壓在流血點上，但是其後應做的事，絕不相同，因要這時候血液從中心流來的，並不是向着中心流回去的，所以我們一定要用繃帶紮在流血點的上方，近接心臟的一邊。

現在讓我們來看這個心臟，並且確實看牠怎樣做牠的工作。我們所謂血液的循環，實在共有兩個循環，而兩個循環都會合於心臟內。至於永續的血液當然祇有一個，但是血液沿這流走的時候，牠實在經過兩個循環：一個是大的，一個是小的。一個循環經過肺臟，牠的作用，我們知道的。又有一個循環經過全身，牠的作用，我們也知道的。心臟實是兩個唧筒，牠有左右兩半。左半是從肺臟得到鮮血，而輸送到全身；右半是從全身得到污血，而輸送到肺臟。

構造我們的心臟的奇異方法 心臟左右兩半的構造是同樣的，各有兩個腔，上腔較小，叫做「心房」Auricle。這心房收進血液，後來就把血送到下腔去，下腔又大又強。心房只有非薄的壁，因為牠的工作並不難——不過把血液經過瓣膜輸送極短的路途。但若各側的大腔，所謂「心室」Ventricles的，就不同了。右心室把右心房從身體收到的不潔血液輸送到肺臟，並且因為要費不少的力量，所以牠有個很厚的肌層。但是左心室要把血液送到全身——自腦到足趾都包括在內——所以牠的壁是異常的厚，而牠的力量也是非常大。這是心臟中最厚的部分，而心尖實在是在左心室的尖端。這個心尖，當你把手指放在你胸前的時候，就能感覺着。

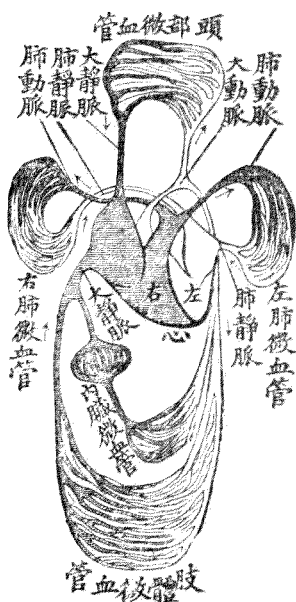
下面的圖可以幫助我們明白血的道路

讓我們設想當作我們可以目視，並且讓我們來取一滴剛進到左心房的鮮血作譬喻。心房先擠壓牠，和拳頭擠壓手裏的東西一樣，把牠擠到左心室內。當心室膨大裝滿的時候，血液就同樣受牠擠壓搏動；而把血液壓過體內最大的動脈，叫做『主動脈』，於是這滴血液纔去營養身體各部去了。

一滴血液怎樣流過你的

靜脈 我們所目視的一滴血液，在主動脈所分出的許多支管，未曾開放讓牠通過的時候以前，也許停在主動脈內。而下行到沿着左腿的支管，營養在腳指爪根的許多細胞的生

命，後來開始牠的長途旅行，又經過這許多靜脈回來。但是牠到這時候當然是暗紫，而且不潔。但是牠並不直接跑到肺臟。因為從心臟把牠送出的那些力量，到了現在差不多已經完了。所以牠不到肺臟，而回到心臟自己那裏去。這樣，大循環就算完結。牠進入一條大靜脈內上行，這個靜脈開口於右心房。當心房裝滿的時候，牠就收縮而搏動，把血液送到右心室內。右心室繼續收縮，於是送血液到肺臟。牠從肺臟回來，是純潔而新鮮，



心臟實在是一個空唧筒。本圖指示牠怎樣把我們的血周流我們的全身。從肺臟來的鮮血遂進左心房，由左心房送到左心室，由左心室牠就流到右心房，後來就到右心室，由右心室再送入肺臟。

是從開口於左心房的血管送回的——這就是我們上面開始講的地方。那麼我們可以知道，循環是由在心臟內會合的兩個循環而成。我們切不可以為血液的清淨是在肺臟內行的。血液內有許多廢物，當血經過皮膚和腎臟的時候，從血裏濾出；又當牠走過身體的時候，牠就得到新鮮的營養物，所以那從身體回流到右心房的血液，有幾點卻比留在左心室內的血好些。不過就牠所含的氣體而論，那時候是很污穢，這就是牠所以要送到肺臟裏的緣故。

管理心臟搏動的小神經細胞 但是我們一定要問我們自己，心臟的搏動是怎樣，並且為什麼而起的？我們必定想到心是一塊大肌肉，比較身體內其他任何肌肉遙為複雜，並且很不相同，但是仍然實是一種肌肉。要知道肌肉不是主人，卻是奴僕；我們知道他們是從生活細胞所造成，牠能收縮的；但是他們絕對不能自動的。凡體內各種肌肉組織，都是神經的奴僕，而做牠所命令做的工作。牠的收縮，不過是一條神經，叫牠這樣做罷了。

我們又在心臟身體內找到一大羣的神經細胞，他們實能操縱心臟搏動的。他們是很有感覺的，並且差不多受各種可能的影響能很快的感動着。比如熱的感動他們很大，而在我們受熱的時候，心臟搏動，尤其迅速。其次血液內的各種異物像酒精，以及人們吃煙的時候進入血內的各種氣體，其他種種的毒物等，也影響到心臟。有幾種使心臟搏動得格外快，有幾種使牠格外慢，而吸煙往往使牠不規則的搏動。

但是我們切不要想到我們已經差不多把心臟和牠的搏動的神經的管轄講完了。還有比那些更奇妙的。總之，身體的全部實在為腦而生存的。假使腦不能駕御心臟，許多事情都要做錯。譬如當我們直站着，或是

直坐着的時候，那麼若要使血液充分的送到腦內的工作，比較我們平睡的時候困難些。所以當我們站着，或是坐着的時候，心臟的搏動，比較我們睡着的時候迅速。但是這事只有從腦發出號令，纔能做到。

從腦走到心臟的兩系神經 我們發見有兩系神經，從腦走到心臟，爲便利起見，我們就稱牠叫「兩條神經」。他們是管轄那些心臟本體所有的神經細胞。當一個命令發下來，經過其中的一條神經的時候，心臟就搏動得更強更快。當一個命令發下來，經過別一神經的時候，牠就搏動得弱而慢。我們終生，腦常像這樣，纔能時時刻刻管轄心臟的搏動。我們因此就能實在知道這種工作，是這些細胞所做的。關於血液循環，還有別種重要的事實，這事實又使我們明白腦管轄身體的能力是怎樣的大。假使我們考察一條動脈的壁，我們看見牠的構造很是美麗的，並且很是奇妙。牠有一層堅固的外膜，和一層完全平滑的內膜；在這兩層中間，有好些有彈性的纖維，所以當心臟送血液的脈波經過動脈的時候，牠就能擴張，其後又縮回到原來的大小。但是在各條動脈管壁裏，還有大量的肌肉組織。凡是全身的動脈內，這種肌肉組織的纖維，都由神經管轄，並且是依着神經的命令去做事，所有這些神經，都從腦內的一小羣神經細胞發出，而攜帶消息的。他們和管理心臟的細胞唧接非常密接。

傳送腦髓的命令遍到全身的神經送信者 現在動脈壁的肌組織收縮的範圍，就決定血管的大小；並且這大小是決定這條動脈所要供給身體的一部的血量。所以身體各部，所得血液的供給量，都由腦髓所分配的。當我們更進一層去研究他們的時候，我們見血管也和心臟一樣，有兩系神經：一個是帶信去使血管收縮；一個是

帶信去使他們擴張。差不多身體的任何部分內，這些變化是應他們的需要而起的；往往有一信息由身體各部送到腦內——一種消息或者因為血液過多；一種消息或者因為血液較少。當我們在很冷的天氣出外的時候，鼻腔就需要大量的血液以便把通過牠到肺內的冷空氣加溫。牠送一個消息到腦，而在鼻內黏膜的血管，就受命擴張，而使多量的溫血集中到鼻內，把我們所呼吸的空氣加溫。有時有種消息是另外一種的。大概牠的作用很難看得出。比如當羞紅的時候，就有信息從腦送到，供血液於臉和頸的動脈，而使他們擴張，於是不少血液流過皮膚。

你的身體是一個生活機器受生命所管轄。我們所必須記得的就是身體雖然是一部機器，但牠是一部生活的機器，生活着，并且受生命的管轄。至於血液的循環，和牠所有的那種能力，時時刻刻把牠自己去適應身體的各種需要，是很奇妙的，我們差不多很難想到別的東西能比牠更奇怪了。這些我們所已講過的例，都是十分好的，但是還有一種更好的呢。

當我們思索的時候，腦內需要多量的血液。那麼，假使我們把一個人放在一條精密的天秤式的桌面上躺着，并且把這桌子很平的放好，不要使牠有一端高低。等到這些事情都佈置妥當，讓我們給他一個很難的問題，使他的腦解決。當他剛剛開始思索的時候，就見這天秤桌子放頭部的一端，立即低下。其原因是因為頭內血液加重，使桌子的這一端低下了。

使氣體向血液滲透滲出的微小管壁。現在還有一件事情，就是我們對於血液循環一定要清清楚楚明白。

的。我們已經懂得血流在一個多少相連的小管裏循環；但是假使這些小管的壁，絕不令某種東西通過，那麼血液循環當然是沒有用的，而我們已經講過，他們能使氣體通過他們的。對於這些事情，動脈管嫌太厚，靜脈也是這樣。就只有那些祇由單層極小細胞所成的小管或毛細管，能使這些氣體向血液滲進或滲出。

那是在肺裏所起的現象。但是在全身其他部分，當碳酸從組織滲入毛細管的時候，各種食物的供給，正在通過毛細管的壁而進到組織內以供他們的營養。至於這些組織所造成的一切毒性物質，都滲回到毛細管內，而經過靜脈帶到心臟。但其對方所起的現象，當血液到腎臟的時候，因為腎臟內成千的毛細管是特別裝置的和那些有一種能力，把許多廢物從血液裏取出來的特別細胞相接近於是照這樣把他們驅除。所以從腎臟出來的靜脈內的血液，比在走向腎臟的動脈內的血液乾淨。

生命和肺臟

凡是生物，一定要呼吸。現在我們來研究我們自己的，和高等動物的呼吸器官——就是肺臟。真正的呼吸，或是燃燒，是行在生活的物質所謂原形質裏面的，但是牠所需的養氣，是從肺臟攝取的。牠占居在胸部裏面，在一塊肌肉活的平板上。這平板當我們呼吸的時候，移上移下。空氣進到鼻子（或是當我們呼吸失序或匆促呼吸的時候，便由嘴裏進去）就在這裏面溫暖，濃過，和濕潤。後來他們經過聲門，而達到分佈於肺臟各部內的許多管子。如是牠到了我們所稱做氣胞裏面，於是在這裏，他們和血相近，這血是從心臟送到肺臟來

會牠的。我們呼吸，在呼吸入空氣。若是我們聰明，就應當不穿那些窄緊的衣服，致妨礙我們的呼吸肌肉，卻是要使他們，能不絕的自由行吸取空氣到肺臟內去的工作，這些空氣，我們的血液一定帶到身體各部以供其生活的。

我們已經講過凡是生物都要呼吸，和我們以及有血的他種動物裏面的血液循環何以能攜帶一定的氣體出入肺臟？我們又經研究過，真正的呼吸並不在肺臟裏面，卻在身體的許多組織裏面，燃燒的進行就在這兒。

呼吸的相當名稱，是叫做『呼吸作用』Respiration。

而真正的呼吸，是叫做『內呼吸』Internal respiration。

在我們研究肺臟和牠應當怎樣使用以前，我們對於牠可以略說幾句。

現在已經知道那普通的燃燒，和原形質或生活物

質呼吸作用之間有一個大分別。在普通的燃燒裏面，養氣剛到煤或是任何燃燒的物質外面，後來就和牠化合。

但是生活的原形質，並不像這樣燃燒。牠把那由血液帶來的養氣，送到牠自己裏面去，並且最後又把養氣一

齊送出，和炭氣化合，成爲碳酸氣 CO_2 ，以及和輕氣化合成水 H_2O 以前，差不多和牠做了好些奇怪的事情，成年的產生許多生命的變化。所以我們說這個原形質的呼吸，是在牠的分子裏面，並且表示這種的相當方法，是把

原形質的呼吸或養化，叫做『分子內』Intra-molecular。若是你記得這個事實，就是忘記了這個名詞也不要緊。



由這圖可看出我們肺的位置和肺的大小。

現在讓我們來談肺部罷。

我們已經看見過心臟的位置是在胸部的中間，並且在牠的兩邊有一個肺。我們現在一定要研究胸腔的基底是什麼東西做成的。因為我們知道，這是一個生活的基底，並且若使肺臟沒有了牠的幫助，便不能使用了。牠是一塊扁平肌肉片，橫張在身體的中部。中央還有幾個開口，雖說牠們走過靜脈管和動脈管，及神經，但是牠究竟是介乎軀幹的上半截和下半截之間一個完全的分割。牠的名稱叫做「膈膜」(Diaphragm)。

我們身體裏的膈膜，形容起來說，是一個半片。但實則像下面所畫的圖，是一個圓形的。牠是胸腔的活的基底，因為牠是一塊肌肉。當牠收縮的時候，牠差不多成為扁平，因為牠壓下去了。這樣之後，在牠底下的各種東西，上面當然要受着壓迫。而這片肌肉，不時動作使我們營固有的呼吸時候，譬如在你行深呼吸的時候，你就得見你的身體的下部會向前凸出。那是因為胸部的基底，也是身體的下部的屋頂，向下移動，並且變成較平，所以腹部——普通也稱做軀幹的下部——就凸出來了。

在中部的心臟，和兩側的肺，都安放在這膈膜上。肺臟的安放在膈膜的部分叫做基底，這是肺臟的最寬大的部分。假使我們從各個肺臟的基底漸漸向上觀察，我們便可見牠漸漸的狹小。直到最後，牠差不多成一個尖頂。這尖頂實已超近頸部，居鎖骨的後面。要知道肺的最大的部分是牠的下部，這是很要緊的，因為呼吸方法有二種——一是把空氣充滿了肺臟的上部，一是充滿下部；我們當然知道行呼吸最好的方法就是把肺臟的最大而最廣的部分裝滿。現在讓我們開始來研究呼吸動作的發起點，並且看那空氣向那裏走的。

空氣進我們身體所經過的要道 這兒有爲空氣從外面到肺臟去的一條完全確實的要道。並且我們應當常常從這個要道呼吸。牠的開口處是鼻。這是非常要緊的，因爲有一件事會發見。就是我們不像別的動物，也能經過口腔呼吸的。有時這樣子做，雖說沒有什麼不對，但是我們應當知道口腔是關於食物要道的開口處；而鼻乃是關於空氣要道的開口處。每一個開口處，因爲牠的特別目的起見，設備着些相當的東西。口腔裏有牙齒，和那些別種管味用的設備。鼻裏有爲濾過空氣用的小毛；又有嗅氣味用的設備，並且像我們已經看見過的，牠有一層富於血液的疏松黏膜，使空氣在進我們的肺臟以前溫暖。

空氣進入我們的肺臟的時候經過的方法 但是這并不是完了。假如我們訪察出空氣經過鼻所走的路，我們找到牠并不是真真的，開放的；乃是非常彎曲而圓轉的。你一定不會以爲這是一種利益，但是牠實在是一種大利益。因爲有一件事，就是牠逼着空氣走過一層大表面，表面底下有溫暖的血液，所以空氣受着溫暖了，並且牠又指示這許多水蒸氣（就是說水變成了氣）能夠加到空氣上去。假如牠還沒有含着充分的空氣，那是好的。因爲完全的乾空氣對於我們的肺臟是非常刺戟的。最後，這種長而曲折出入的道路，對於空氣是一個優越的濾器，所有在空氣裏大量的污穢東西，和在牠裏面的微生物，皆被這個濾器停滯住了。所以凡能跑到肺部的空氣，不但是很溫濕，又很乾淨。據已經成功的實驗，用一個管子從口腔裏採取那已經通過鼻濾器而正向肺臟裏去的空氣，證明牠絕不能找到微生物在內——無論牠在進入鼻腔的時候是有一大羣的微生物，也是這樣。

其次，我們呼吸的時候，無論誰都應當從鼻腔呼吸的。講到空氣所走的路，經過口腔自然比經過鼻腔來得容易，正因為口腔內沒有濾過空氣的麻煩；因此你若把你的口張開而營呼吸的時候，空氣當然要從這口腔進去了。然而照規則而言，必定要把口閉着。口腔只有在吃東西或講話的時候，是要張開的。後者的情形，空氣便要通過口腔了，但是牠並非通進，卻是通出呀。

生活中最要緊的事是由鼻部呼吸。通例，我們呼吸一定要由鼻，不要由嘴。關於衛生方面的功課，除此之外，還要重要些的，差不多是沒有的了。我們一定要把這種功課來教孩子們。至於學習牠的法子，就是學把嘴閉起來。要想把牠養成一種習慣，並不要多久功夫，因為牠是很容易的。所以我們把這種習慣養成以後，就不必再去注意，或是常常記着。全美洲都有些不幸的小孩，他們的先生都說他們笨；他們照年齡算起來，沒有長到適當的高度和重量；他們常常感冒風寒和喉疼，或是其他的病。這不過是因為他們有些對於他們的鼻部應做的，很容易做妥的事；但是假如沒有做妥，而妨礙他們，像各人所應當從鼻部行適當的呼吸，那末照這樣下去，就於他們的生命有害了。在這本書裏，我不相信還有比這條規則——就是我們一定要由鼻部呼吸——更覺重要了。

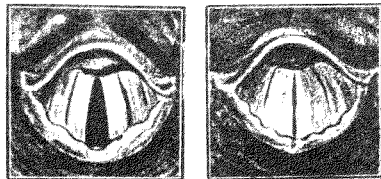
空氣通過鼻濾器以後，就流入口腔後面的喉裏去，並且通過到發音箱裏去。這個發音箱的前面，你可以在你的頸部感覺着。發音箱有兩層組織，從牠的兩邊擴張橫又過來。有一條小縫，介乎他們的中間。我們每次在空氣裏呼吸，腦部就送一道命令，由些神經到管理這些小層組織，或是叫做聲帶的肌肉去。而他們就四面擴

張開來讓出一塊大空地，好教空氣能夠走過這兒，不帶一些聲音。

我們都曉得窒息是什麼一回事。若使有什麼東西偶然跑到發音箱裏去，就紊亂了這種好好裝置的秩序，而這幾條聲帶也不散開來讓我們去呼吸，卻被擠在一起，教空氣不容易在他們的中間走過牠的路。這就是窒息發見的緣故。因為這樣，於是他們震動起來，和我們說話或唱歌時所現出的事情樣的，就造成那些可怕的小聲音。像這些小聲音，我們在這些時候都會發出的。

但是，雖說我們在每起窒息的時候，覺得很可憐的，我們也用不着害怕，因為等到腦部一曉得血裏面送給牠的養氣太少了，牠每就致聲帶放鬆；並且在一會功夫，我們就找到我們能夠作深長的呼吸很容易的。當然在有些很少的事情裏，這種是不能夠救助我們的。比如有一堆食物，或是別的東西，直跑進發音箱的頂裏去，於是空氣就不能通過。這是一種最劇烈的窒息。我已經說過牠是少的，并且比較普通的窒息是少的，但是牠實在是往往發見，并且殺害了好些人。

我們在窒息的時候怎樣去救我們自己。假如我們在學校裏已經讀過這些實在重要的簡單的事，并且切勿把他們忘記了，那麼只要其餘的人都活着，決不會有一個人被殺害的。實在一個人能夠救他自己。總之，像發音箱的頂點這樣近口腔，無論那一個都能夠救護的。把一個食指趕快的鼓着勇氣送到嘴裏去，障礙物就被

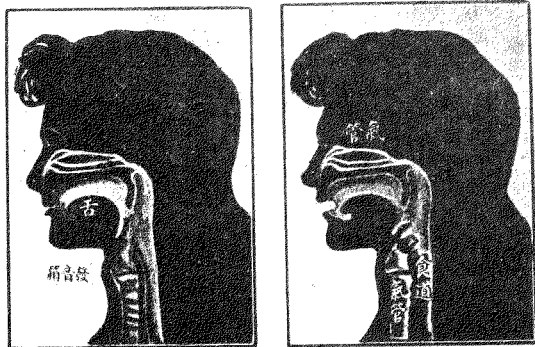


這兩個圖表示我們發音箱是怎樣的情形。那裏着白色的聲帶拉緊的時候，便把音箱閉起，放鬆的時候，便把音箱張開，音箱閉緊所發的聲音極高，張開所發的聲音就低了。

移開了。這并不要技能，不過要勇氣。并且無論那一個要是曉得這個法子，無論如何，總可以救他的世界上最親愛的生命。

自然，一小塊食物，不應當跑到發聲箱裏去，卻偏會常常跑進去。但那結果是教我們很命的咳嗽。這個用意，就是把一陣空氣由肺臟送上去，吹開障礙物。嬰兒和老人很容易窒息，因為他們不能發很強的咳。又有一種喉痛，叫做白喉，很容易擠滿發音箱的開口部，往往致許多小孩起窒息。但是在近十二年以內，已經發見一種奇妙的藥，着實治好了這種病。常用這藥的時候，差不多不會無效的。

咽喉部有兩條路，一為空氣，一為食物。食物的路反在後面，這對於身體卻是一件怪事。自然，這個意思就是說，凡我們所咽下的東西，都經過發音箱，橫過那到肺臟裏去的開口。我們要找出這件事非常容易，因為雖然我們注意吞咽動作的很少，牠卻是這樣一種奇怪的事體。牠是靠著大多數的神經和肌肉的平衡作用。假使我們笑，或是東西恰在咽下的時候去說話，當然我們就紊亂這部機器的秩序；而各



這兩圖指示空氣和食物進我們身體所走過的通道位置的。空氣由鼻進來，在三條白色通道裏澄清，再走到喉門的底下和肺臟的上面。右圖指示我們窒息的時候所發生的現狀，喉頭部有會厭軟骨，牠是個活瓣門，當我們嚥東西的時候，就對着氣管關閉起來，因為這個動作遲了一些，就有一塊食物落下了。

物不會平平穩穩的經過肺臟的口腔，有些會跑進裏面去的。

我們的呼吸直達肺臟所經過的兩條管子。空氣通過發音箱以後，便向下達氣管，氣管是一個大的圓管，你在你自己的頸內容易感覺着的。有一個環恰在發音箱大的部分的下面，實則可算是發音箱自體的一部。并且在那底下，你可以覺得這個圓管直達下去，到胸部裏面。假如你用你的手指尖留心去感覺，你可以找到這種圓管是由多數小環做成的。這個我們常叫做「氣管」，至於牠的專名，可不必注意。當牠下行至一定距離之後，就分做兩條管，一到右肺，一到左肺。每條在肺實質裏，又分成許多支管，和樹相像，這些小管叫「氣管支」。這個名辭，我們都能記得。因為我們有病的時候，我們叫這種病做氣管支炎。他們再復分下去，這些小枝自然就格外漸漸的小，直到最後非常微細，後來我們就見他們的末了是些無數的小胞，就是所謂「氣胞」。

肺是多麼奇妙的以一塊二千英方尺的表面造成的。在這兒所謂細胞，和我們已經研究過而知道的不同，乃是些有洞的空地，充滿着活的細胞，并且包含着空氣。因此，由肺臟而來的一小塊的組織，與任何其餘身體的組織不同，從一個小孩第一次吸氣的時候，就浮起。於是肺臟變成充滿着空氣，這空氣再不會完全離開牠了。氣胞被覆以平滑的活細胞，當我們呼吸的時候，氣體就從這兒通過。他們非常菲薄，在其直下有許多容有預備更新血液的血管。其功用就是氣體通過兩種細胞的層，一種充滿氣胞；一種造成毛細管的壁。

肺的構造，很適合於牠所需的目的。經許多人曾經計算過，血液在肺內與空氣相接觸之表面面積（就是說構成肺臟全部之面積）假使把牠放展開來，實計有二千英方尺。那自然是很明白的，假如肺僅是一塊大空

地，牠一定也不過有二三英方尺的面積。但是因爲牠的構成和海綿一樣，所以牠的面積就增到這麼大，使得血液有一塊寬敞的空地來更新。

假如我們能看見一個初生的小孩的肺，我們一定見牠的顏色是白而發光，但是因爲有血的原故，就染紅了。假如沒有血，牠一定是純白。像依士企摩人 *Engman* 絕沒有呼吸過煤灰和煙灰，他的肺的顏色就和初

生的小孩一樣。煤礦工人的肺是非常的黑，因爲他常常呼吸了許多黑煤灰。他的鼻不能禁止樣樣東西跑進去。而所有那些跑進去的東西，除非他們的少數被白血球捕食，或者是咳嗽的時候趕出，其餘都停留在肺臟裏面。普通城市居民的肺是石板的灰色，他的污穢等於煤礦工人的半位。

那排出煤灰的肺臟的活藥 肺臟的防衛職務中，最重要的就是竭力防止外物闖進；氣道必定要保持着清潔而開放，不得有些障礙。維持這件事，有個很好的佈置。假如我們用顯微鏡看氣管和氣管支裏的細胞，我們找到他們充滿着一種特別的細胞，直至下方近氣胞處爲止。這種細胞有些微細的東西，像活的船槳似的，從表面伸出。這些東西看起來好像睫毛，所以也隨着拉丁文睫毛的名詞，叫做『顫毛細胞』Cilia。

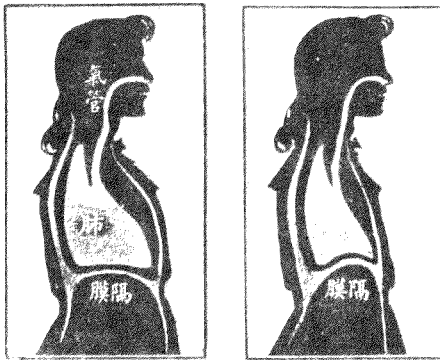
這些顫毛都順排向上。他們盡力把我們所呼吸的灰和污穢往上驅除，等到我們咳嗽的時候，我們就把這些污穢趕出了。但是像煤礦工人和城市居民，天天呼吸污濁空氣，那麼雖有鼻濾器，白血球，咳嗽的能力，和充滿着氣管和氣管支的細胞，顫毛，他們的肺仍然不會保持清潔。肺臟組織的最要特色，就是牠是彈性的。這是因爲牠包含着大量特別種類的組織，這種組織我們在身體裏，凡是有彈性的部分都可找到。在顯微鏡底下看，牠

是黃色，由許多細絲做成的。假使把他們放鬆，可以看見他們是捲着。彈性的組織，在肺部裏很是豐富。這個是頂重要，因為牠對於呼吸動作大有關係。我們談這件事，到要一刻功夫；但是我以說，在健康的時候，呼出的動作毫不破費一點兒力氣，因為牠大部分是靠着已經擴張的肺臟自己的彈性反衝。

成人每分鐘呼吸十五或十六次；婦人十八次；兒童較多。呼吸分兩部，就是吸入和呼出。前者為吸氣，後者為呼氣。現在我們必需要研究這些動作是怎樣施行的。

呼吸的肌肉極多，在所謂強迫的呼吸，實在差不多凡是軀幹部的肌肉都被用到。但在尋常的呼吸，我們不過就用膈膜和肋骨間薄的肌肉。就中以膈膜為最重要。所以呼吸的時候，把膈膜放得自由如意，這件事很重要。假使我們穿緊窄的衣服圍住腰部，膈膜就受障礙，我們只能用肋骨呼吸。

我們的衣服穿得太緊為什麼是有害的。幾年以前，學生生理學的學生們常常受說，說男孩，女孩，和男人，多半用膈膜呼吸。惟獨女人多半是用肋骨。現在我們曉得這是很不確的。凡是穿着適宜的衣服的人，呼吸多半



在這裏我們看見當我們呼吸的時候所發生的現象。當我們吸氣的時候，膈膜下肋骨抬起而向前移動。這樣當新鮮的空氣由氣管竄進肺臟的時候，就好像肺臟撕出一塊空地。這圖就是右圖所表示的。當我們呼氣的時候，膈膜仍舊還原到穹窿形，肋骨也低降，同時從血裏來的毒性氣體就排出了。

要用膈膜。不過因為好些女人的衣服穿得太緊，膈膜的移動受了障礙，所以他們就用他們的肋骨去呼吸。

當我們呼吸的時候，就有一道命令從腦部送到膈膜去，牠就成扁平。這樣動作起來，和所謂吸水的唧筒相像。胸部裏空間的面積增大，而從外面來的空氣就吸進去了。

我們在生存期間內一定有兩種永遠運動的肌肉。我們已經講過，這管理一切行動的腦部，送一道命令到發音箱去，聲帶間就成一個大的開口，好教空氣通過。所以吸氣就是一種需有力量的肌肉的動作，而施行這種動作的肌肉，在我們生存期內一定要做牠的工作的。一個人可以終生躺在床上，並且可以不必在床上移動一下。牠的頸部，上肢，下肢，和軀幹部的肌肉，可以成年的停着不動；但是假使在我們中間，無論誰只要是生存的，至少要有兩種肌肉的動作，就是心臟和膈膜。

呼氣就不同了。除非當我們咳嗽，噴嚏說話，和唱歌的時候，或是當氣道裏有些障礙物的時候，呼氣絕不費用一點氣力，並且沒有肌肉要動作的。所發生的狀況，不過是彈性反衝——就是肺部擴張的反衝，和腹壁的反衝。後者，像你所知道的，當我們呼吸的時候，就凸出了。所以不要費一點氣力，空氣就被壓迫着從肺臟出去，於是換一次吸氣了。

腦部裏有一小點是我們的生命的中樞。這奇怪動作的全部，完全由腦部裏一個小點管理着。我們叫牠做『呼吸中樞』。牠的位置和那管理心臟和血管的中心相近。當這中樞第一次發見的時候，稱牠叫做『命點』 Vital point。這個意思就是因為牠是我們的生命的中樞。假如有些東西破壞了牠，我們必定要死。有許多

毒質能作用於這部分的，像鴉片裏的毒質等是；無論鴉片，或酒精的過分大量，就因為麻痺，那呼吸中樞而因之致死。我們現在知道這個奇怪中樞的工作是怎樣，和牠怎樣能夠約束我們的呼吸。造成牠的那些神經細胞，受血液的滋養，並且他們對於到他們那裏去的血液的量是非常有感覺的。而尤以血裏發見碳酸太多的時候，他們感覺到格外銳利。沒有別的東西刺激他們這樣利害了。這種事情一經發見，他們就立刻送一道強有力的命令到呼吸肌肉去，好教呼吸得深，而且快；並且把這種過多的毒質驅逐。

現在，既然這些神經細胞完全靠着血的性質去動作，所以有一種得到他們停止一時的法子。這個法子，凡做潛水遊戲的人都知道。盡力做長時間的停在水底下的法子，就是在你潛在水裏以前，行一回快長而深的呼吸。照這樣，你就把好些在你的血裏的碳酸驅逐。直到最後，好些新碳酸由各種組織走進你的血裏去，你的呼吸中樞不能再停，而你必定要呼吸的時候為止，你能夠在水裏頭停留好一會功夫。

當你咳嗽的法子錯誤的時候應做什麼 噴嚏是一種特別的呼氣，我們在奇象一類裏已經講過一點了。

說話，唱歌，和咳嗽，也都是些特別種類的呼氣。反之，打呃是一種特別的吸氣。假如你當你下次打呃的時候，注意你自己，你可以看見牠恰恰是咳嗽的反面。咳嗽時，就是你呼氣；打呃時，就是你吸氣。打呃是因為有些東西擾亂膈膜，普通大概是有些東西在胃臟裏。假如要想牠完全被停止着不動，那末有一種方法，比任何別的方法都好，寫在下面。你所應當做的就是盡其力之所及，去行長呼氣；並且保持着你的呼吸，直到你覺得又要呼吸為止。像這樣做着三四回，假如你要打呃完全停止，牠就會停止的。因為這個用意，是在你用力教你的膈膜不去

伸縮，而教牠停止；並且在你這樣去做以後，牠就會這樣去行的。

新鮮的空氣和健康的的生活

我們已經研究過我們怎樣和爲什麼呼吸。現在我們所講的，是當我們呼吸的時候所發生的現狀，和合宜而安全的呼吸最好方法。我們切不要生活在含着碳酸過多的空氣裏。或因我們的身體的燃燒而產生的血液裏的碳酸，不能夠自由排出，而我們就因之中毒。雖使有許多人以爲夜裏的空氣有害於呼吸，但我們夜裏需要新鮮的空氣總是和日裏一樣。假如我們不在新鮮的空氣裏生活，我們一定害病。因爲我們的肺臟自己不能防禦污穢空氣，因爲我們不知不覺呼吸這種空氣，兒童因通氣不良而受的病害比成人更多。在多數校舍中確有這種事情。他們在這種場所教授兒童，一定害他們的腦。

我們也許以爲我們所呼吸的空氣，一直就向內到我們的肺臟裏去，但這是非常不確的。實際上我們在平常的呼吸，所吸入的空氣量，不會完全充滿那從鼻到氣管的底部的氣道裏。鼻雖能把空氣溫暖和濕潤着，但決不能使那空氣直送到肺的深部裏去的。所以當我們每回呼吸，所交換的，空氣不過是肺內空氣的頂層，其餘都行那所謂滲透作用，就是新空氣滲進肺內，而舊空氣滲出。空氣的吸入和呼出的區別，很容易辨別。凡已經呼吸的空氣，失掉養氣，而得到碳酸，水分，蒸氣，和一定量的肺內廢物。

當我們運動的時候，或是有時在吃飯以後，我們排出碳酸比平常多；而尤以食物裏糖質和脂肪極多的時候

爲最。因爲這些東西燃燒很快，炭酸即行產出。我們在夜裏呼吸少，老年人呼吸比少年人少。我們在有日光的時候，呼吸得更着力，更深，並且更加好。這是一件最要的事，切不可忘記。在冷天我們因爲要保持血液的溫暖起見，自然需要更多的熱，且呼吸是爲身體的燃料而供給養氣，所以那時候我們呼吸更着力。

觀察各種動物的呼吸力，很有趣。鳴禽類的小鳥是唯一最強力的呼吸家。我們試想那一個小鳥，能作又飛又鳴的時候，那些無量工作就可知道了。

呼吸的成立，全靠外界空氣裏的養氣比血液裏的多，而外界空氣裏的炭酸比血液裏的少等事實。氣體的交換，只因爲這樣纔得能夠。要確實計算空氣裏的炭酸量，並且證明到什麼程度是對於身體安全上最高限度，那是可能的事。假使我們呼吸炭酸含量太多的空氣，那炭酸在我們的血液裏不能排出，或是不能趕快充分排出，於是我們必定死亡。

意大利有一山洞，叫做狗洞 *Cave of Dogs*，那裏面的空氣含有大量的炭酸。因爲炭酸比空氣重，所以在洞底面的一層。結果，若人進這洞的時候，可以呼吸，因爲牠的口腔恰在炭酸的平面上。而一條狗就失卻知覺的悶倒了，因爲牠的鼻在炭酸的表面以下，所以牠不能呼吸。

達令格羅斯怎樣因爲關窗睡覺而死的，確有好些人，因爲他們對於自己的臥室的不當心，而一部分責備自己；又在官廳方面更責備，因爲沒有把這事在他們的兒童時代教導他們。我們知道，假使把一個人放在都市中一所空氣絕不交換的最大臥室裏睡覺——除非他自己設法——到天還未亮的時候，牠的呼吸早已不靈使

了。自然臥室越小，空氣也越壞。但是我總以為就使臥室極大，若空氣絕不交換，也不會維持到一個長夜的。開窗睡覺是我們的職務，就是這個緣故。達令格累斯 *Grace Darling* 是死於瘧病。雖然他在白天裏呼吸着海上清潔的空氣，但是因為他夜裏關着窗子在一間小房裏睡覺，所以死了。總之，我們是把我們全部生命的三分之一消費在睡覺上；而兒童所消費的應當比這個比例更多。因此我們可以證實，在睡眠時期內有呼吸新鮮空氣的必要了。

壁爐的煙窗怎樣幫助我們的健康 一個壁爐的煙窗，對於幫助保持房屋裏空氣新鮮，是非常好的。像夏天，用不着煙囪的時候，切不可把牠關閉。因為這是以阻礙不良空氣從這裏出去。把牠開起來，對於房屋方面，是應當歡迎的。夜裏開窗，有時以為聲音響得討厭，於是有些人後來又把牠關住。但是你只要用兩個楔，把窗框塞住，牠就不會發討厭的聲音；於是你就不會冒險在污濁空氣裏消磨長夜了。

普通以為夜裏的空氣對於我們的呼吸有害，這是毫無意識的。化學家已經把夜裏和白天的空氣很詳密的試驗過。現在我們知道，夜裏的空氣比白天的還要潔淨。因為火爐在夜裏生火的較少，所以城市裏夜裏的空氣，含的碳酸反少。又商業不繁盛的地方，在夜裏的空氣裏灰塵也少。我們確實知道，這種對於夜裏空氣的舊見識，怎樣發生，牠的歷史是很有趣味的。

從前世界上有幾處的人民，夜裏露宿在空氣中，他們很容易得到一種重病。於是就設想以為這病是因為空氣的性質使然。這種病就是瘧疾，瘧疾的西名是 *Malaria* (拉丁文)，牠的意思是惡空氣，這個名稱大概是

那時候定的。但近來我們知道這病，是因為一種蚊蟲的螫刺而起，這種蚊蟲是帶着這種病的微生物的。牠僅在夜裏螫人。所以疑心到夜空氣是有害的了。

就多數地方而論，夜裏的空氣比白天的空氣更潔淨，更好。這是無可反對的。但是現在世界上還有多少人被夜裏的空氣殺害，實因為他們在他們自己的臥室裏，造成的夜裏的污穢空氣，沒有排出的緣故。這樣的逐日使他們的身體衰弱，而尤其容易使癆病的微生物侵入，以致殺害他們。

我們呼吸不潔的空氣時起什麼現狀 關於新鮮空氣的好處，和呼吸新鮮空氣和不新鮮空氣的區別，不必詳說。就空氣裏的固形物和微生物而論，我們總得一定量的保護，因為我們是由我們的鼻部呼吸的。然鼻濾器對於我們尋常呼吸的一種空氣雖很够濾過，但對於許多人所呼吸過的一種空氣卻不够濾過。至於講到不良氣體，我們就絕對沒有保護作用了。假使我們所吸入的空氣中碳酸量太多——因為這是我們自己，或別人已經呼吸過的空氣——於是我們血裏的碳酸，就不能迅速充分排出。

如是則我們以過含碳酸的血裏生活着，或試行生活着。身體各部組織就要害起病，而害病最快而最利害的要算腦部，因為牠所需的清潔血液比身體其他部分更要緊。所以學校校舍的換氣不良，就是兒童不專心於功課，或上課時瞌睡，或已學過的功課容易忘記等的主要原因。不單是這樣，並且是兒童不能適度長成的一種原因。因為腦部管理全身的生長，假使牠受不潔空氣的營養，牠就不能營這作用了。像那許多不幸的兒童，不論白天或夜裏，總是在室內做他們的功課，就起這種現象。

空氣裏的不真氣體怎樣毒害我們的腦而使我們起頭痛。關於空氣裏其他不良的氣體，多半由我們自己或別人的肺和皮膚排出。身體沒有什麼保護物來抵抗他們。他們由肺臟進入血液非常迅速，肺臟細胞絲毫不能抵抗。後來由血液把他們帶到身體的各部去分配，於是我們就大受其害。有時我們因為頭痛和食慾缺乏，也可以猜到有些事是錯了，因為這兩種都證明是腦內受害。雖說我們同樣受害，但是絕不常常注意到。兒童在不潔空氣裏生長所害的病，和植物在不潔空氣裏生長所害的一樣，也和魚類在不更換的水裏生長一樣。三者都是同一的原因。

皮膚和牠的功用

有人也許想皮膚不是身體的很有趣味的部分，其實不然。即使我們以皮膚不過當一種物質想，而把牠和絲，膠皮，紙，或布比較，我們已得發見皮膚比這些東西的任何那一種，是更奇怪些。並且沒有一種人造的東西和牠相等。況且牠並不單是一種物質，因為牠是生活的，而除為我們的身體包裹以外，牠是一種造成腦部和外界接觸的器具。

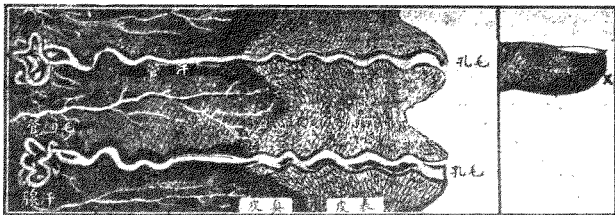
我們知道，假使我們沒有充分的光線，生長就受障礙，而血就變慘白。還有一層，我們受光線的影響，就呼吸得更深。並且已經證明過，在一定時間以內，動物在日光底下吸入養氣和呼出炭酸的最，比在黑暗底下多。這是因為光線對於腦的效果，但是牠不是一個直接的效果。因為腦部自己在黑暗裏生活着，牠是因為有些神經

由這條路走到腦部去，受了光線的影響。

這些神經普通的是眼的神經，和皮膚的神經。比方說，假使把一動物的眼蒙起來，牠就不能呼吸得這樣好和深。但是眼並非單獨為幫助腦的。皮膚和牠也有些關係，并且雖使我們看視是用眼，而不用皮膚，這關係還是不錯的。所以把我們的臉和手曝露在光線裏是很好的；而有時人生了病，往往有用所謂日光浴幫助治好的，日光浴就是脫去了衣服，把皮膚露在日光底下。又在戶外空氣中沐浴時，助我們非常快樂而健康的，也是光線對於皮膚的作用。所以像我們這樣的把全身包裹起來，以致光線不能曬到皮膚上，對於我們差不多是一件不幸的事；但是至少我們要盡量在光線裏生活，而讓我們的臉和手露出在光線中。

我們必須特別記着，我們的身體經多少年代，已經適應於日光和白天的光線。我們不盡量利用所有白天的光線，是大可憐的事。因為我們在太陽出來以後好幾句鐘纔起身，而在太陽落下以後，又生活在人工光線的下面，以致損害了健康和強壯。我們的身體當然要生活於戶外空氣中和日光中。而最好的人工光線，也不及白天的光線好。

即使是最通氣的房屋，也不及露天



這就是我們的皮膚的狀態。假使我們照圖上所示的記號的地方割破，倘若放大了看起來，其剖面是怎麼樣的？左圖是皮膚的表皮，右邊綠線表示邊緣的形狀。

現在我們可以進而觀察皮膚是怎樣造成的，並且我們應當注意關於牠的幾種事實，這些事實我們無須用別的幫助，只在我們自己的身上，可以看見。第一，皮膚完全是彈性的，否則，我們便不能移動我們的身體，因為我們每次移動的時候，皮膚就隨着舒張開來；後來因為牠的彈性，又復行還原。無論誰自己都可試驗把手背的皮膚壓成褶皺，再看牠的復原怎樣完全，就可知道了。皮膚失卻彈性的例子，從前也有一二的記載，這時候他們身體的移動很難，好像我們穿着沒有關節的盔甲一樣。

我們的臉表示關於我們的性質是怎樣的，無論如何，即使世界上最有彈性的東西，其力量是有限的，皮膚也是這樣。我們知道，年齡愈老，臉上的皮膚就隨着他向來移動的地方現出縐紋褶疊。這是關於我們的情感。光明而快樂的人，由一種特別的方法，移動他臉上的皮膚，以表示他的情感；多心思的人也是這樣；憂愁而煩惱的人也是這樣。過了多少時候，臉上成最後的痕跡，使我們知道這個人的性質的往事。最好的皮膚的美，能保持終身，而也關於我們所過的生活的種類。年齡輕的不過使他更美罷了。

現於皮膚的一種年齡表徵，就是他失掉牠的彈性。並且牠往往變成菲薄。在很老的人，臉上所常常現出的縐紋卻沒有了，皮膚也變成薄而平滑。現在我們且去研究這種奇妙物質的其他事情。

為什麼皮膚是世界上最奇怪的防水物。皮膚有一種最美麗的組織物，可以和鵝絨，及梨皮等相比較，但若皮膚的表面好好的當心着，並且不常常曝露在惡氣候中，那麼牠的性質沒有別的東西可以比擬。這是使我們快樂的。無論誰都喜歡拿他的手指摸兒童的頰，因為沒有別的東西覺有這樣細膩的。這物質的另一最重要

的事情，就是牠是一個防水物；但這種防水物僅是片面的。皮膚裏有幾種特別的裝置，能從血裏排澀水分出去；但是水不能通過皮膚進去，就使排出汗液的汗管也不能通過的。皮膚的防水，自然是很重要的，然而照我們所知，從血液裏排出水分也是很重要的。至於別的東西，一方面能使水分通過，而他方面又能完全防水，是很難找到的。

凡人所見的皮膚的第一作用，當然是牠保護牠下面的一切組織，不染污穢。假如皮膚的表面自己是生活着，牠一定受很重的，牠所常常遇着的污穢的痛苦；但是關於皮膚差不多最顯明的事，就是牠雖是一種生命的產物，然而牠的外面并不是真正生活着，恰和指甲尖不是真正生活着一樣。

非生活的表皮和生活的內皮 造成皮膚的外面的物質，實在和造成指甲，或馬蹄，或各種的角的一樣。我們每次盥洗的時候，皮膚的表層擦去不少。假如我們把皮膚精密研究，我們找到牠當很顯明的分爲兩層，一外層和一內層。拉丁文皮膚是 *Dermis*，而皮膚的內層就稱這個名字，或稱「真皮」。牠實是生活着的，受了刺激就流血；受了撫摸就感覺。外層就稱「表皮」*Epidermis* *Epi* 不過是在上面的意思。

表皮是由真皮造成的，時時新陳代謝。牠裏面沒有知覺，因爲沒有神經在牠裏面，能被擦去，且能被一根針穿過而不流血，因爲沒有血管在牠裏面。你知道一根針很容易穿過在手指尖的皮膚，而不流一些血。表皮很厚，足使針尖穿過。這是被覆爪根的表皮。假如你很留心研究下去，你將要說，凡是活的東西一定生活着，但我們剛纔說過的表皮卻非生活的。這是完全確實的。生長在爪根上面的薄皮是非活的，牠自己也不會生

實在牠是被造成真皮的新細胞，從牠後面擠出來的。

皮膚怎樣永久的代謝而生活細胞擠上以至死亡 皮膚全部由細胞造成（不論真皮和表皮都是）。真皮細胞是生活着，當他們長到一定程度以後，就分而為兩，成許多新細胞。如此常常這樣下去。這是在皮膚的較深層裏面這樣子做；所以就常看見這已經造成的細胞，受其下面的新細胞擠上擠出到表面。後來老細胞死去，就變成菲薄扁平而具角質性，於是形成表皮。他們保護真皮，和身體其餘的全部，從外界來的許多污穢鑽進他們裏面，但不久就被擦去，而別的細胞就來代替他們。我們因為這個法子，就能够天天保持身體表面的清潔。真皮內除那些生長分裂，和造成表皮的細胞以外，還包含別的東西。但是表皮自己並沒有別種組織在牠裏面，所以對於牠也無須多講了。

從我們的身體排出水分的小管 身體的任何部分，凡有製成特別液體的職務的，叫做「腺」；例如胃內的腺，製造消化液。現在我們發見真皮裏容着多量的腺，都有特別的目的；他們叫做「汗腺」，僅由一條長的蜷曲管而成，管尾通過表皮，而開口於皮膚的表面。這管的內面被以細胞，細胞的外面有許多細血管。我們在皮膚各部都找得到這種汗腺，他們差不多是一天到晚工作的。我們切不可為僅在我們能夠看見汗珠在皮膚上的時候，纔是出汗。不要以為出汗，不過是汗腺很活動的工作的現象。但是即使在日常，你絕沒有留心你正在出汗的時候，皮膚已經排出二十五英兩的汗液了。

假使我們要打算去試驗汗液，考查牠是什麼做成的，我們一定要在沒有毛髮的皮膚部分入手，因為毛髮有

牠自己的另外一種小腺。那麼，你便要自己猜想，凡身體上沒有毛的地方，只有手掌和足趾。當我們試驗由此處所得的汗液的時候，我們找到牠的百分之九十九是水，其餘百分之一由其他多數東西，食鹽也包括在內。汗在出來的時候，稍呈酸性。

水流不絕的流布身體 過些時候，汗的水分蒸發到空氣裏成水蒸氣，固體部分就留在皮膚上，好像海水的。水分蒸發空氣裏的時候，鹽分就留在海裏。就使最乾淨的皮膚，也含着許多微生物，內中有許多就在從汗液遺留的固形物上起作用，於是就變成些別種不良的物質。這就是皮膚所以要保持清潔的主要原因之一。

汗液的發生是皮膚所做的許多最有用的一件事情的一種。汗的固體部分中，有幾種是身體必須排出的毒質；所以皮膚（雖說是牠的汗腺）也如肺臟，用來排出我們生命中廢物的道路之一。但是我們切不要以為汗液裏百分之九十九的水是無用的。因為有一事，就是一條常流的水流，流布全身，對於牠自己是好的。因為水助成多數的化學作用，也因為幫助溶解，並且帶出我們所不要的東西。但是水在汗液裏還有一種特別重要的用處。不論夏、冬，和日、夜，身體的溫度須保存在一定度數。這對於一切高等動物的健康，尤其是對於我們的健康是重要的。

我們的身體怎樣保持冬暖 and 夏涼 皮膚必定有一種調整體溫的法子，這多半是汗的作用。很熱的天氣裏，對於我們必需保持涼快。於我們的健康上，身體必須減降些熱，否則，牠的溫度便要超過一定度數了。所以我們人人知道發出大量的汗液，而當其中的水分離開皮膚的時候，就從我們的身體奪取大量的熱。這是和我

們從外界潑水在皮膚上，有同樣的作用。假如下次你洗手的時候，只擦乾一隻手，你就立刻覺得那濕手上的水蒸發，能使牠比另一隻手涼些。又若在極冷的日子，我們需儘量保持溫暖的時候，我們的發汗便很稀少。所以上述的每天二十五英兩的汗量，不過是一個平均數。汗液的產生量，主關係於身體對於熱的需要。

在很熱的天氣，你一定見過一條狗張大了牠的嘴喘氣。狗僅在牠的腳趾皮上有汗腺，所以實際上在熱天不能用我們保持涼快的方法。牠受熱的苦非常多，所以快些呼吸以儘量從肺臟排出水分。

悶熱天氣所發生的現象 你必定也注意過，在悶熱天氣是怎樣不爽快。有時太陽的熱力同那時候一樣，或許更要強些，然而我們絕不覺得鬱悶。其原因就因為在悶熱天氣，空氣裏已經有大量的水，空氣裏水分愈多，那麼牠收容額外的水量愈慢。空氣含水太多，實際當然不能再多容一些了。這個意思就是說，汗不能由皮膚蒸發，所以我們在這個時候不能得涼快。我們同狗一樣，絕不能發一些汗。但是在其他的天氣，太陽熱力雖也許更強，並且我們周圍的空氣也會這樣熱，然而其中的濕度很微，所以我們的汗蒸發得快，而保持我們的涼快，於是我們絕不覺得熱的鬱悶。

講到汗腺，一定受一定方法管理的，也一定有一種中樞，命令牠在必要的時候工作的。發汗中樞在腦髓的下部，由此發出許多神經，傳達命令到皮膚裏無數的汗腺。如是，倘血液起太熱的時候，因為腦內本有血液流過，於是發汗中樞就下一道命令，而使汗腺竭力工作。有時候因許多其他情形而發汗中樞或起變調，例如一個人在受大驚恐的時候，雖在很冷的時候，也能發汗。

作用於腦的微小發汗中樞的藥物。但發汗中樞有時受了毒，而不能適當的作用。比如遇着熱病，血液是太熱了，而牠也很希望我們應當發汗；然而皮膚依然是又熱又乾。有許多藥物是制汗的；有許多是發汗的。其中最著名的是從非洲一種植物製成的，只要用牠一厘重的分量，就能使皮膚發汗。還有一種藥從一種茄科植物來的，牠極微的用量，能制止發汗數小時。兩種藥量都用的非常微小，假使把牠們分佈在全身的汗腺上，他們決不能發生什麼作用，但是他們作用於腦內微小的發汗中樞上。所以他們雖是這麼一點，已能發生強力的結果了。

毛髮和爪甲

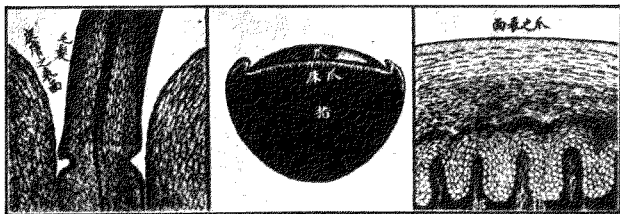
在身體的許多部分，皮膚裏有一種特別細胞，具有長出幾種我們所知道的皮膚外表物的力量。我們的皮膚所長出的這類東西，不及別的許多動物皮膚所長出的多。但是無論怎樣，牠長出了兩種外表物，就是毛髮和爪甲。我們的爪甲很有趣味，因為牠和貓爪，或虎爪，及馬蹄一樣。馬蹄實際就是中指，或中趾的甲，或爪，牠失掉了其餘的指和趾，這是從牠的祖宗就失掉的。

這類皮膚的外表物，在多數動物的指和趾的末梢，對於他們是非常重要的。他們或者用這些外表物捕捉食物；或者用來走路；或者用做攀援。但是對於我們，這些事情已經失掉他們的重要，就和我們的身體裏許多別的部分失掉他們的重要一樣，因為我們有智慧，能夠應用牠做那許多別的動物需要應用爪和牙等所做的事。

可是現在仍舊遺留着爪甲，雖然很薄弱，沒有多大用處，但是至少他們總有一段很有趣的歷史。他們是從下面向上長出，並且能不必損壞製造他們的細胞，而完全除去的。假如你玩棒球，或者就是沒有玩，你的爪甲會遇撞擊的。假如撞擊過烈，牠就變為青色。這是因為一條血管受傷，有些血在爪甲下面流出。過些時候，爪甲放鬆而脫離，後來一個新爪甲就漸漸地從牠底下生出。但是假如具有製造爪甲能力的特別細胞受害，那就沒有一個新細胞能夠再生出來。

你也許已經留意過，有時爪甲顯出些白線紋橫在他們上面，或者也許有些小溝。在病後這些記號，就會顯現於我們所有的爪甲上，每一條的地位是差不多的。這是因為病的時候，血不很好，所以製造爪甲的細胞不能營適當的工作，而這些小痕就發見了。後來當爪甲向前長出的時候，他們就漸漸送到爪甲的尖端不見了。凡是注意這個的人，總能夠猜到你會經害過病。我想那些聰明人有時裝假，說他們看你的手，就夠把關於你自己一切的事告訴你，這就是這個法子。

毛髮是我們的皮膚所長出的另一種東西。造成皮膚上毛髮部分的物質和造成表皮的一樣，又和造成爪甲的物質一樣。毛髮有種種用處。在一種動物，例如貓，是為保留溫暖用的。我們自己的毛髮的量，除在頭上的以外，是非常稀少，所



左圖是毛髮的放大圖中；圖表指示爪是怎樣生上的；右圖是手指的橫切圖，也是放大的許多倍的。

以牠對於這種目的是無用的。實在我們的毛髮和我們的爪甲一樣，大概是一種剩殘的東西，好教我們想到我們和全動物界相同而已。

皮膚的全部，差不多是由細毛遮着。但是手掌和腳掌上沒有，并且我也不相信你能够在無論誰的任一手指的末節上找出一根毛。我們在我們的身體

裏，最有用的毛當然要算眉毛和睫毛。我們在前面已經讀過我們的眉毛的作用。睫毛也有

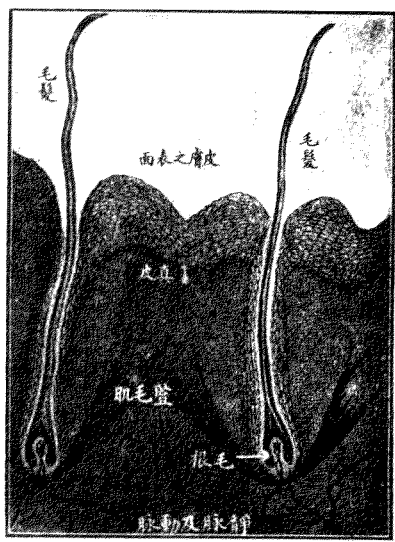
同樣的作用，多半是保護我們的眼，不受灰塵；并且教我們的眼（我想是這樣）更會好看起來。

鼻孔裏細毛也有用於攔阻灰塵的。沒有一個人能十分證實，為什麼一個人的臉上生長毛髮

這是無用的。

製造和保護我們的毛髮的奇妙方法 假

如我們看肱上細毛，我們知道牠是在不同的部分，向着不同的方向走。我們知道這些方向對於一種動物在雨裏躺坐着是頂好的，因為牠能使雨從四肢流下。肱上的毛向肘部行；腿上的毛從膝下行。但是像我們既沒有坐在雨裏，也未會躺着不穿衣服，所以這個對於我們並沒有許多關係。



本圖所表示的是毛髮根的放大。靠近肌肉強，可使髮根豎了起來。

每根毛從真皮裏一個特別的小地方長出。假如真皮受害，成了一個癩痕，我們依然覺得照舊；但是絕對不能使牠再成真皮。癩痕不是皮膚。癩痕上再不會找到一根毛。身體的其餘部分滴汗的時候，癩痕完全是乾的。因為絕對沒有汗腺在裏面。生毛髮的特別小地方很是複雜，構造也很精緻。實在每根毛髮有六層，都由生毛髮的小毛髮根的許多細胞製造。但是每根毛髮需要留心保護，不然，牠就會變為脆弱而斷落了。所以每根毛髮，普通就有兩個腺，由此生出一種油，以保護毛髮柔軟，防備牠斷落。每根毛髮又有一條肌肉，附着在牠的根。這個小肌肉收縮的時候，牠就牽引毛髮，使牠直豎。所以我們有時讀到人們的毛髮從根豎起的故事，這雖然不常見，但是牠實在偶然是很可能的。

怎樣貓聳毛去嚇牠的仇敵 我們不很利用這類小肌肉，並且沒有人能用他自己的意志利用他們。他們和毛髮自己一樣，是古來的殘餘物。貓有這件東西，凡養貓的人都看見牠聳毛。牠所以有這樣可能的用處，就是牠會幫助清潔皮膚。但還有一個更容易的解釋。一個動物，像貓之類，聳毛的時候，這個貓看起來就比牠的毛貼伏的時候更大，而更可怕。這或者就是牠對於許多動物的用處，用來幫助嚇牠們的仇敵的。

各色人種的頭髮不同，我們的頭髮多半直而長。但是黑人的頭髮就大不同了，很短，成羊毛狀。假如把牠橫切開來，在顯微鏡底下看，牠有一種特異的型態。按照這類型態的差別，分別不同的人種，比按照髮色的差別更來得顯明。

牙齒不過是從皮膚生出的外表物 我們在這裏不討論牙齒，等到將來再談。但是牙齒實在是皮膚的外

表物，和爪甲及毛髮一樣，假如我們知道了，那是很有趣的。牙齒的歷史和魚類一同起始，我們在他們裏面，很能明白的看出牙齒恰是皮膚凸出部特別的一排，以形成嘴邊的一周。照我們各人的發育看起來，牙齒實在是從口腔裏面的皮膚的一種變形物所成。魚類以上的一切動物，除鳥類外，都有這種發育。我們曉得最古的鳥類有牙齒，但是現在所存在的鳥沒有一種有牙齒了，可是他們有喙來替代。這實在也是皮膚的外表物。

有幾種下等動物，皮膚對於呼吸，是一種很重要的器官。牠是非常菲薄，所以血液和空氣的交換，在我們是在肺臟內行的，而在他們卻能由身體的表面通過，或竟由全部表面通過，例如蛙就是這樣。我們不很用我們的皮膚呼吸，但是從汗腺的開口處，稍微有一些氣體交換。

倘若表皮沒有損傷，皮膚固然是防水物。然而溶解於脂肪的物質，卻能從汗腺的開口處，被擦進皮膚裏去。各種藥類能靠這個法子施用。兒童吃魚肝油，若怕他傷胃的時候，往往用這個法子投與。貧弱的嬰兒能

夠用這個法子，而得非常肥胖。由皮膚攝取的別種方法，就是應用電氣，許多藥由電氣之媒介而得通過皮膚。無論皮膚那一部分，對於寒冷感覺很敏捷。所以假如把牠露出受涼，全身體就會因此受了障礙；於是使我們害病。要免這種障礙，只要把皮膚遮蓋起來。皮膚中最薄而最精美的部分是顏面的皮膚，但是我們並不把牠遮着，我們也沒有像上面所說的，因皮膚露出而起寒冒。通例，手的皮膚是露出的，而我們當我們的手冰冷的時候，我們也不會感冒。至於腳的皮膚，尤其是腳掌，是很堅厚的，這在全身體裏，和顏面皮膚是大相對的。但是全世界的人們，往往遮沒他們的腳。這就是使皮膚對於寒冷感覺銳敏的法子。結果是若使我們的腳沾着冷和

濕，我們便往往害感冒了。

那不過因為腳被覆起來的緣故，英國大教育著作家陸克 John Locke，在二百多年以前，就把這一層緣故道破了。在許多城市裏面，你也許看見兒童們赤腳在冷的和濕的地方站着，然而他們並沒有受害。這就表示若是你能使皮膚照着天然的法則，做牠自己應做的工作，雖使皮膚受涼，我們也不會害病的。不過因為我們遮蓋着皮膚而保持牠溫暖（不問牠要暖不要暖），所以牠失掉保護牠自己的能力。這個對於身體的各部和各種職務，都確切的。假如一個健康的人，用拐杖走路，他的腳就會柔弱。假如一個人的食物，已經在身體的外面消化過的，牠的胃就失掉牠本來的消化能力。假如我們每天晚上常要用藥睡覺，若是沒有藥，我們就不能睡了。假如別人常常代你思索，你就要變為不能去思索。假如你保護你的皮膚不使受冷，牠就變成不能去保護牠自己。假如你是近視，用很強的眼鏡，你的目力就會變成格外的短。

這是一個大而簡單的規則，對於這個並沒有什麼例外，雖然牠是一切對於身體的健康規則中最大的一條，但是我們會常常忘記掉。我們調製了用不着牙齒的食物——有許多人竟把烘麵包的外皮都切掉——到後來我們要奇怪，為什麼我們的牙齒會壞的？我們的升降機把我們送到高層樓上去，後來沒有升降機的時候，我們要奇怪，為什麼我們跑了路，覺得呼吸促進呢？「努力是生命的定律，」這對於身體的各部是的確的，並且對於全身體也是的確的。從前有一個極大的偉人，就是意大利藝術家芬奇 Leonardo da Vinci，曾說過一句精緻的話：「呵，上帝呀，你按照勞力的價格，把一切好東西賜給人。」這句話，凡事都適用的。就是對於那些人不

能站在太陽底下，或是受涼，或是受新鮮的空氣也適用。因為他們溺愛他們自己太利害了。他們不肯使他們的皮膚爲牠自己去勞動，於是牠就變弱而無能爲力。

那些給我們以觸覺的奇怪的小組織，但是還有對於皮膚頂要緊的事，我們沒有說。那就是感覺器官之一。講到皮膚所給我們的各種感覺，若當牠和皮膚是一樣的東西，那是錯了。頭一種就是『壓覺』，或叫『觸覺』。觸覺和痛覺及溫覺很不同。

假如我們試驗真皮，我們在牠裏面就找到些特別的小組織，爲感觸用的。而尤以我們在指尖或是趾尖上試驗爲最。神經向着他們行走，神經末稍就分佈在他們裏面。凡觸覺物最多的地方，我們的觸覺就格外銳敏，這就是我們在指尖上找到他們最多的緣故，因爲我們在指尖上感覺得銳敏是必要的。觸覺官能在唇皮和舌尖裏也能夠找到許多。食指的皮膚能夠感覺兩點就是兩點。但是假使把兩點間的距離加二十倍，來試驗臂的皮膚感覺，我們只能感覺他們像一點。前額和手掌的皮膚能感覺極輕的重量。而頤部的皮膚須要二十倍重量纔能感覺。

給我們以寒溫感覺的神經，寒溫覺和觸覺很有分別。牠自己另有一組特別的神經。假如你拿一件冷東西，像一個鉛筆尖，在你的頰上畫，你就要感覺到在數點上比其他地方冷些。熱東西也是這樣。皮膚好像由許多小點做成的：觸點司觸覺；寒點司寒覺；不司暖覺，暖點司暖覺；不司寒覺。

最後還有痛覺。身體各部感受痛苦非常不同，普通皮膚比身體內部感覺較爲銳敏些。痛覺自己有一組

特別的細胞。有些人因爲在這類神經上發生些障礙，所以這類神經就不能動作。手的皮膚能鑑別寒溫覺和觸覺，但是小針刺了進去，卻會不覺一些疼痛。

反膚怎樣會幫助我們知道我們的身體的位置，所以我們必定想皮膚有三種感官，就是觸覺，寒溫覺，和痛覺，並不單是一種覺官。人家常說我們有五種覺官，但是實際上我們有的比這還多；而就皮膚的功用說，三種是必須要指出的。還有一件可能的事，就是幫助我們知道我們的身體的位置，如像我們的手和腳在什麼地方等。這個法子就是由一部分裏皮膚展開的量，或是他部分裏皮膚放鬆的量，幫助腦知道身體各部是在什麼地方。所以皮膚，除去上面所說的功用之外，還有一種位置覺。假如沒有這一種感官，皮膚一定很難生活着。但是聽見過這些事情的人很少呀。

在奇象上冊第一六八頁上，對於很有趣的手上的條紋已經說過一些。手掌的條紋不過是皮膚自相重疊的褶痕，並沒有別的意思。有些人相信人家看手紋而胡談未來的事，實在太蠢。在一個人的禪紋上，足資談助的事，比在他的手掌紋上還多咧。

嘴和牙

凡是生物內燃的時候，一定要吃，不然牠的身體就要被消費，這對於動植物都是確切的。有些植物的葉，當觸着昆蟲的時候，就捲起來捉牠，這類葉子的動作，很像動物的嘴。但是不論任何植物，葉子是牠的嘴，因爲牠的

食物的一部分（氣體的食物）是用葉子從空氣中攝取的。植物的液體食物，是由根攝取的。所以我們可以說，按照牠用來生活的兩種食物，牠有兩個嘴。

在最下等動物，像變形蟲，吃是細胞表面的任何部分所營的。這個細胞就是這個動物的全體。我們在第七十三頁看見過，變形蟲當接近適於食用的東西時候，就有一種嘴在變形蟲所要的東西的一邊突出，於是這塊食物就這樣被吞下去。

但是近年我們在動物生活史上發見一個一定的嘴，這嘴是動物身體組織的一部分。

我們到了有脊椎高等動物，絕不會把嘴弄錯。我們知道，這類動物有骨骼在他們的身體裏面，可是無脊椎動物，像龍蝦，則有骨骼在牠的身體外面。

脊椎動物的頭，我們常常能夠鑑別的，由二部合成，就是頭蓋和顏面。顏面有許多孔，做空氣和食物的通路，我們所稱做鼻和嘴的就是；顏面的骨骼有兩個堅固的骨性裝置，就是頷。上頷骨常裝上顏面和頭蓋的餘部。

當你說話或咀嚼的時候，絕不能移動你的上頷。祇有在你移動全頭部的時候，纔能移動牠。但是下頷骨掛在頭蓋的底下，而能移動的。頷骨很是強壯，而下頷骨向上移動，是由強而且大的肌肉所管轄，為的是咀嚼的目的。

還有一層，不論食物是草，或是別種動物的身體，必定要咬碎，所以我們在頷骨裏找到有些東西叫做牙齒。

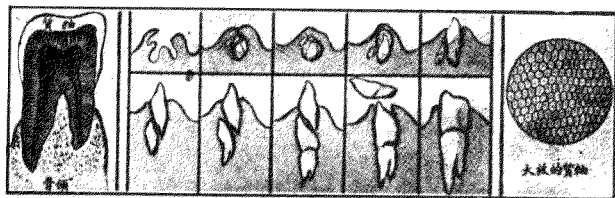
牙齒最初發現於魚類裏，我們可以證明他們實在是從嘴周緣的一種皮膚被裹物發育而成。像我們已經看見過的，他們實在是皮膚組織，和爪甲一樣。但是後來動物進化，他們就嵌在頷骨裏。假如你能夠瞥見一個老虎

的張開的嘴，你就能見一個具有威力的偉大器械，是由頷骨和牙齒合併而成的。虎的頷骨雖不能常常看見，但是一隻貓（不論怎樣是虎的近親）總能常見的，假如你看一隻貓的頷骨和齒，你就要知道是和虎一樣的奇怪的裝置，不過小些。

我們知道最古的而最初的鳥有牙齒的。但是現在沒有一種鳥有齒，鳥喙恰和我們的齒和唇相當。

許多種類的齒和他們所做的工作 齒的種類很多，有的為捕捉或撕裂之用，像狗或貓的長牙；有的為刺戳之用，像象的長牙。這象的長牙我們稱牠叫長尖齒；而牠的堅硬美麗的表面就稱做象牙。此外還有為發毒的，像蛇的毒牙；蛇在下頷骨底下和旁邊腺裏製造毒素，毒牙有一條溝經過，毒素就從這條溝流出。多數有牙動物，都有為咀嚼，大咬，或挫磨等用的牙齒。這許多牙齒當然在後面，而那些作捉，咬，戳，毒用的尖牙則在前面；因為在這裏這些牙齒是最有用處。

各種動物的牙齒，假使我們沒有別的東西可以依據的時候，這是辨別該頷骨所屬的動物的習慣的一個極好象徵。你不要設想一隻牛有和一隻虎相同的牙齒。動物牙齒的研究，對於動物怎樣分類，和各種動物怎樣互相關係，大有價值。人類牙齒的數目始終都是一樣，牙的種類也是相同，而每種的數目也是一樣。



中間這
圖可以
看出我
們牙齒
長成的
程序我
們初生
的時候
就有兩
副牙根
到了第
二副已
經長成
那第一
副即被
推落。

牙齒怎樣幫助我們明白各人種都是一樣的 有些人常常聲言野蠻人和黑人與我們很不同；並且有幾分是和我們自己不同種類的動物的後代。這就是駁斥他們的一個辯論。我們又能夠在無論什麼地方找到最古人類的頭顱。有的是在我們所能認識以外的幾千年前。他們的牙齒的排列，一切人類仍然和他一樣。除高等猿類以外，精密的排列雖然和別種動物相差不遠，卻是不同的。至於那頂與人類相近的猿類，齒的排列也和人類一樣。在低等猿類，排列略差一點。

人都曉得我們有兩副牙齒。第一副有二十個；第二副有三十二個。第一副的第一個牙齒在我們生後六七個月以後纔發見。第二副的第一個牙齒在六歲的時候纔發見。三十二個牙齒最後的四個，等到我們差不多長成的時候，纔在牙齦上長出。這個時候，假定我們有了智慧，所以叫做「智齒」。每個頷骨裏，和每個頷骨的各側，牙齒的數目是一樣的。扁平的前齒叫做「門牙」；側齒叫做「犬齒」，因為這類齒和犬的一般大；其餘的齒叫做「臼齒」。上下二頷骨各側最後一個臼齒就是智齒。人類的牙齒，和頷骨是漸漸的變小而且弱，這是無可疑的。有許多人，智齒永遠沒有生出。

我們兩副牙齒的歷史和他們的名聲 因為人們一個個的棄掉他的動物工作生涯，當然是使牙齒漸漸地變為不重要的理由。現在我們能選擇並且烹調我們的食物，雖說好齒是一種幸福，但是即使人們完全失掉他的牙齒，也還能夠過快樂而且照常的生活。

上下頷骨的牙齒，並非準確的互相對着。因此，假如落了一個牙，別的頷骨上和牠相當的齒，除非因為這個

人生活上特別情形，並不落掉的，仍能在那已失掉的牙齒鄰近的一個的一部分相遇着。但是實際上，落了一個牙齒一定等於落了兩個。

我們的牙齒既經形成，他們就不會再長些了。假使他們受適當的利用，他們得永遠健全。這個原理對於一切生物的各部都是確切的，所以我們要明白應當怎樣的保護我們的牙齒，最是緊要。

有些動物的牙齒隨長隨掉，所以他們不能長久。假使這種動物的牙齒因意外的事落掉，和牠相對的齒就要長出，不會落掉，於是這個牙齒逼迫這個動物的嘴張開，直到牠不能吃為止，牠就要因餓而死了。

靠食別種獸類而生活的獸類，每有銳長而能撕物的牙齒。這類獸叫做『肉食獸』。靠食草類等而生活的獸類，叫做『草食獸』。他們大多沒有撕齒，只有咀嚼挫磨的齒。又像兔等動物，是齧齒獸，有齧齒。

根據人齒的研究可以決定他原來應當吃的食物的種類；這是一個很有趣的問題。無尾猿類快要絕種，是無可疑的，然而就他們現在所存在地球上的研究，我們也得着這樁幫助。我們知道這類猿靠食果實等而活的，不靠魚或獸肉而活的。他們的齒，從各方面看，實在和我們一樣，不適於撕咬之用。我們自己的齒，當屬於非肉食類的。

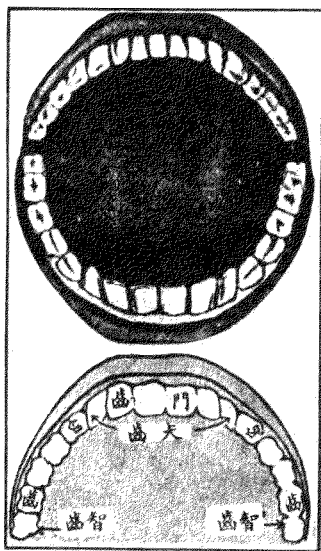
假如我們所有的齒完全是好的，或是當他們落掉的時候又鑲好了，那麼，甜東西決不會使牠痛。露出在牙齦外各部的好牙齒，都完全由釉質遮着。這種釉質裏沒有神經，所以不能感覺。然而我們嘴裏的微生物能產生酸類，牙齒的釉質任何部分被酸類漸漸溶化的時候，那就大不同了。釉質下面的齒質叫做象牙質。牠比釉

質軟得多，所以有些東西能從稍遠的距離竄進去，而許多走到各齒裏去的神經小枝卻充滿在裏面。這些神經末梢並不受我們食物的大多數的障礙，但糖質卻是一種刺激他們的東西。所以假使我們任一個牙齒露出他們的象牙質，我們就會牙疼。

祇有一個牙齒露出牠的象牙質，是很平常的，然而那邊頷骨的全部，或是差不多全部，會發疼痛。這就是所有沿各頷骨一側走進的神經，都是一條神經的分枝，當牠任一部分受障礙的時候，所有牠的分枝所分佈的牙齒都很容易起疼痛。

我們知道各種動物牙齒的齧蝕實在是很少的，我們又知道野蠻人牙齒的齧蝕，也不比動物多。但是我們的牙齒便不同了，而在

我們的生活法則上必定有可以解釋這種理由的事情。第一，有許多人的牙齒構造上早就不好；釉質薄而且軟，並且不很平，所以牠不很能盡力抵抗損害。這個理由，或者就是有些人在嬰孩時代，未曾適當的哺餵。也許我們的母親不能喂哺我們，而把她自以為是好的其實不對的東西餵哺我們。嬰孩和兒童，牛奶吃得充分，又吃一些乳酪，長大的時候，牙齒會比別人好。而我們的牙齒齧蝕的別種原因，關於他們造成以後所吃的食物的種類。



上圖所示的是我們全副的牙齒，下圖是各牙的名稱，另外一牛的名稱和這牛是相同的。

動物和野人吃很堅而有纖維的食物，而人們卻有些吃去皮的麵包。假如我們不給我們的牙齒去工作，他們就會變弱。因為任何東西一不使用，或是別的東西來代牠做，便能變弱而無能為力；這是一切生命的一個普遍原則。

我們一定要注意我們的牙齒，不要忘掉使牠工作。我的意思並不是說，我們一定要磨鍊他們的力量，像咬硬栗子，不過我們不要怕用我們的牙齒去咀嚼食物，而來用刀把食物切碎。

保護牙齒清潔的重要和清潔他們的最好東西 那麼，我們日常生活，一定要確實保護我們的口腔清潔；而尤以晚上格外要緊。假如我們不這樣做，微生物就要在我們的口內生長，而製造酸類。就中最著名的是乳酸，像在酸牛奶裏找得到的，乳酸能把我們的牙齒裏粘質裏面的白堊質慢慢疎解。所幸我們的唾液能作用於這種酸類，因為我們的唾液包含所謂一種鹹質，凡鹹質遇見了一種酸類的時候，就和牠化合。酸類和唾液的鹹質化合比和齒的白堊質化合好。所以我們必須要用一種鹼性，並且是防腐性或對於微生物有毒的牙粉來保護我們的口腔和牙齒的清潔，我們在早晨和晚上應當用這種粉。我們所用的牙刷不可太硬，不然，牙齒會受損，或是牙齦流血。我們一定要上下移動牙刷，不要從一邊到那一邊，以清潔齒間的縫隙。

對於牙齒，用粉常比用液體好。但是粉一定完全要軟，和不可有硬粒，以致擦傷牙齒的粘質。牙粉的好處，因為牠只要摩擦便能幫助着保護牙齒不致染一種稱做齒垢的棕色物質，這齒垢很容易沾附在牙齒上的。最好的粉，是碳酸鈣和白堊各半的混合物，這種白粉是做現成的，每一回買一鎊。牠實在是價廉的東西。牠很軟，

很能防齧，有強鹼性。凡登廣告鼓吹的東西，對於牙齒都沒有這樣好；而且他們中間最公道的，也得貴十倍。

假使兒童是健康而且清潔爲什麼糖對於他們就沒有害處。我們要解決下面的事情是很重要的；就是說，爲保護我們的牙齒起見，我們便應當忌用糖，然而因爲兒童都喜歡糖和甜東西，假使這些東西對於他們是好的，但是對於他們的牙齒是不好的。那末我們便很難知道我們應當怎樣做了。乳酸確是從我們的口腔裏的微生物把糖造成的，這種乳酸容易疎解結質。一分子的糖，由微生物的作用，分成兩分子的乳酸。

但若我們注意於我們口腔的清潔，甚至於比皮膚的清潔還要重要，那麼我們便用不到怕我們的牙受害了，因爲在糖裏起這種變化的微生物，只能繁殖於不清潔的口腔內。

僅在五十年前，人們以爲糖對於兒童是有害的，但是一個英國的偉人斯賓塞，最先辯駁這種意見一定是錯的。我想那些人以爲兒童喜歡甜東西和糖，正是貪吃。並且以爲他們對於這一層是格外的確實；因爲一個不許食糖的兒童一定吃許多甜東西，而牠得到這個機會的時候，就會於他自己不好。但是當我們注意每一個兒童天性的好糖的時候，差不多這個答案不能實在就算錯。造物者，也許未必像我們所想培植這種兒童的嗜好那麼厭。也許那以爲造物者是厭的人，卻是厭子呀。

兒童對於甜東西的嗜好也許是對於我們有益的一種象徵。現在我們知道糖是一切食物中最有價值的一種。成人或兒童所消費的澱粉（但並非是嬰孩，因爲他們不能消化澱粉）在牠進血裏以前，轉變爲糖質，而全身能力的一大半是由糖的燃燒而生出。現在兒童需要大量的能力，是由他們的食物裏所供給的，因爲他們很

活潑，並且因為他們太小，必須產生多量的熱以保持他們的溫暖，而他們的小身體極容易並且很快的失卻他們的熱。故此凡是兒童都需要大量的糖，而兒童對於甜東西和糖的嗜好，並非造物者錯誤，也不是兒童貪吃的象徵，乃是關於兒童所特別應有的相當的記號和需要。那些相信這個的人就找到兒童得到他所需要的糖，并不太多，也并不貪吃；但是當他取得滿足的時候，就停止了。

口和吃

我們已經研究過齒的功用和保護。然除齒以外，嘴裏還有更有趣味和重要的東西。下面我們就研究嘴唇和口內的黏膜，以及牠所產生的液體。我們並且研究當我們吃的時候，會有分泌物注入口內，對於食物起化學變化，把牠調理起來以便進我們的血裏去。咀嚼的功用就是幫助唾液在食物上行牠的工作。我們所研究的嘴的最後部分就是舌，是一種奇怪的肌肉器官，而且不但對於說話非常重要，就是對於吃飯和嘗味也是非常重要。我們在這兒也要研究關於各種滋味，以及爲什麼我們若能辨味，對於我們是有利益的。

兩脣是很有趣很重要的東西，除非在我們吃飯或說話的時候，他們一定互相接着，好教口閉起來。我們知道口并不是供呼吸之用。口脣有很豐富的神經。這就是他們有感覺，并且和人接吻起快意的原由。他們豐富的神經，使得他們有感覺也是有價值的，因爲他們是身體的進門的關人；硬粒，和有刺的東西，或是不論那一種不適於食用的東西，口脣很能精密的感覺着和認識着。於是就閉起拒絕不適用的東西進去，或是把牠吐出。

在很小的兒童，雖然他有時會違拗他們的父母，可是我們常常看見他們的脣，是非常快的查出或拋棄他們所不以為適於吞咽的任何東西，這是很有趣而含着深意的。

口脣上被以很薄而精細的皮，牠移到口內的時候，變成另一種表面，叫做「黏膜」。口內所被的和大多數的身體內表面，都是這個名稱，因為牠分泌一種平滑而厚的物質，叫做黏液的緣故。這是一種最有價值的物質，可是我們遇着寒冷的時候，我們的鼻內分泌的很多就很討厭了。牠會黏住微生物，使他們不能深入黏膜下面去；牠稍能防腐，或對於微生物有毒。牠也能黏住塵埃。牠擔保口脣的內部表面和牙齦的表面移動得平滑而易，不至於互相衝突；並且不會黏起來。機器——如像機器撐持物，自由車，或汽車——裏面所用的潤滑油一樣，使得牠作工平滑的。在我們吞咽食物以前，牠又會裹着食物，以便咽下去的時候，平滑而容易。

從口腔的黏膜分泌的黏液，是受神經系統的管轄的。惱怒和驚恐的時候，牠就起妨礙，於是口腔起乾燥而我們難於下咽了。有時在印度，當一羣人中有一個人受了偷東西的嫌疑時，大家都受了命令，拿起一口乾的食物，像米穀之類，把牠囫圇吞下去。罪人的腦受了驚恐和慌張，就不能分泌充分的黏液來裹他的食物，或柔和牠。因此他就不能下咽，不難水落石出了。

我們吃的時候，或是見些我們所想吃的東西的時候，嘴裏也流出一種液體，和黏液很不相同，叫做「唾液」。當我們看見些好東西的時候，我們就說垂涎，就是這個原故。唾液不是嘴裏生出的，乃是藏在耳前和頷下的特別腺（共有三對）裏所生出的。他們叫做「唾液腺」。在毒蛇嘴裏的，更能產生毒液。靠近這許多腺的開口處

的牙齒脫落得最遲。因為唾液是鹹性的；我們所已知道，牠和齶蝕牙齒的酸類化合，所以牙齒能保存較久。

當我們的食物給我們以精力之前對於牠一定有什麼現象。近來我們已經知道唾液實在是很重要的東西，牠不單是柔和食物，牠還有一種特別酵母，是一種很複雜的化學物質，有變澱粉為糖的一種能力。牠不能做別的事，但是我們所吃食物的大多數含着澱粉質，而這種澱粉，在牠能夠給身體受用以前，一定要釀酵成糖。當釀酵的時候，牠變為一種液體。這種液體一到了胃，就幫助着化開食物，好教其餘部分容易消化（就是釀酵）。胃臟並沒有什麼消化澱粉的能力。所以假使這種含着澱粉酵母的唾液，我們的嘴裏產生不充分，並且不和我們所食的食物完全混和，那是最困難的一件事。

假使我們把我們的食物囫圇嚥下，我們就失掉食物中許多價值，並且往往引起消化不良。反之，若我們完全咀嚼我們的食物，我們就在我們的嘴裏得着充分的唾液。咀嚼能够使唾液分泌增多，是已經證明的；其實就是我們自己也得察出這件事。

吃的方法是人人應當知道的一件極重要的事。我們咀嚼的時候，唾液和食物混和。後來這混和物的團塊，以黏液平滑的裹着，到了這時候纔能預備嚥下，先前是不能夠的。牠到了胃內的時候，澱粉已為唾液所消化，而變成糖。在這種樣子牠就能到血裏，用來給我們以溫度和氣力。消化，或是釀酵，是在胃內行的，然而不是胃做，卻是唾液腺發生酵母而起消化作用。所以這是我們消化食事業的一部，由我們自己去管理。因為我們咀嚼不咀嚼，是隨我們的便的。

假使這種消化的第一步相當的做到，照我們所知道的，這是幫助其餘的各種事，因為從食物中融出澱粉，可以使胃液容易做其餘的事；除實在是病的人以外，凡人之全部消化作用，若是能够在初時把食物完全細嚼，那就可以使牠從頭到尾好好的，并且很容易的做到。無論誰都應當知道這事，而無論那一個兒童應當學習咀嚼。我們養成適宜咀嚼的習慣，並不要費多久功夫。假使我們在最初的時候，忍受一點困難，不久，腦經就會在任何物件咽下以前，習慣使頷骨行相當的工作，用不着我們去思索了。那是一個好習慣，是一個最好的習慣，學習牠也不見比學習壞習慣難。我總以為他們要學是很容易學的呀！

適宜的吃法是健康和利益的基礎 我知道我們覺得屢次的說我們在咽下食物之前要適宜的咀嚼，嫌討厭了。我們已經研究過呼吸的習慣只要經過鼻。但是這個和適宜咀嚼的習慣都是健康的基礎。這個基礎是世界上快樂和福利的第一個條件。假使我們還不能知道怎樣好好的保護我們身體，那末雖去研究身體，和牠怎樣造法，以及牠怎樣的工作法，也不過是徒費光陰。

我上面還沒有告訴你唾液裏酵母的名稱，也沒有告訴你各個唾液腺的名稱，而那澱粉變成糖，只要用水和牠化合；表示這個的化學方程式，我也沒有寫出。這些東西很有趣，但是他們並沒有關係。實在有關係而要知道的事，乃是我們對於我們的身體的職務，并且去實行。

但我們研究嘴，除封着牠的唇，和被覆在裏面的黏膜，圍着牠的牙齒，和流入其中的唾液之外，我們還找到一種別的奇妙的器官，那就是舌。

舌的伶俐幫助我們吃東西和說話。舌的功用很難有止境的。就是在下等動物的舌，也是這樣的。但是牠對於我們尤其確實，因為我們用牠來說話。就是我們談到語言的時候，我們就要講到舌。譬如英文中「語言」Language 一個字的源流，是從拉丁文 Lingua 來的，就是舌的意思。

舌實在是一羣肌肉，有的是從舌根到脣的方向行走，有的橫又過舌等等。這類的肌肉都能够各別的離開，單獨作用，或是互相聯合起來；所以我們能够把舌移動到任何方向。我們能够把牠拖長或是縮短。我們能够像嬰孩哭法，以及歌人學唱的時候那樣，把舌提空大聲高叫。我們又能够當我們發一個母音的時候，把舌拱起，像貓背樣的。牠是我們的身體上最著名的東西，我們能够用牠爲人類特別的目的（例如說話）這種器官，下等動物也有；并且牠本來並不是爲這種目的而用的。

關於舌的種種最古的用處，和現在我們的用處各不相同。牠會在嘴裏調查食物。有些動物，如像那有頰袋的猴類，他們把食物藏起，等到用的時候纔拿出來。小孩子們，無論男女，有時得到甜東西的時候，也用牠做這種用處。

在吃飯的時候舌用一種奇怪的方法幫助我們。舌每在我們咽東西的時候用着牠。就是這伶俐的舌把食物移動，使牠適當的放在牙齒的中間，咬碎，而咀嚼；並且舌把嘴裏的食物一部分捲成一個圓球，丟在牠自己的表面上；後來捲到咽喉裏咽下去。試去吃和咽，不移動你的舌，你就知道牠是何等的有用。

舌又是保護口腔清潔，防止那些不必咽下的東西。惟有這個舌纔找到魚刺；捉住牠；把牠趕到脣邊，使得我

們排出牠。所以牠和脣自己一樣，是一種哨兵，只許牠以爲不錯的東西纔讓牠走進身體內部去。我們用我們的香洗嘴，和唇的外面。但是有許多動物用牠來當做海綿，面巾，爪刷和牙刷。我們也會拿牠當牙刷用。考察一隻貓去洗牠自己和牠的小貓，看牠的舌在這種方法裏面，是怎樣的有用。然後你可以讓你的手指摩擦牠的表面，你就會找到牠實在是很粗。貓的舌比我們的舌粗得多。這裏又是一個對於我們最適宜的食物種類的功課。貓是肉食動物，牠的舌是一個捕肉器。

那舌所給我們的四種味 假如你允許老虎用牠的舌在你的膀上吸吮你的血，當我們試驗這種動物的舌的時候，我們看見牠和些站在牠上面的尖東西聯着，逆行着刻下去。

我們的舌比較平滑。因爲我們一定是從植食動物類遺傳下來的；而我們也用不着這樣像老虎用牠的粗舌；去磨刮所饒的肉骨。

但是除是等諸種用處以外，更奇怪的舌是味覺的官能。牠有許多特別的小點被覆着，從腦來的味神經就走到這些小點裏。這類小點，專家稱牠叫「味蕾」，在舌邊和舌尖上頂多，在舌背上很少。舌背多半用做捲和拋食物到咽喉裏去。舌的各部對於各種味有各種感覺。實際似乎有四種重要的味，所以爲着各種的味，而有相當的特別神經，並且有相當的專有味蕾在舌裏面。四種味就是甜，鹹，酸，辛。此外，我們不能精確辨別是四種中的那一種，或者就是這類和嗅味的混合物。嗅覺所做的事，對於我們所稱做食物的味，比我們理想上爲多。我們受涼，不能嗅的時候，我們的食物的味差不多就沒有這樣的美。

味的能力和牠對於我們一切的用處。我們會留意到兩種味——酸和鹹——相當於兩大類的化學化合物，這兩種化合物，我們在本書的另一冊內讀過的了。甜味相當於一種化合物所謂糖的；苦東西也許也屬於一種特別化學品。我們切不要像有許多人把酸味和苦味混同。他們并不稱苦東西做酸，但是你會常常聽見有些人說一件東西是苦，但是牠絕不是苦，卻是酸。他們也會照樣叫牠做甜的咧。檸檬的味是酸，金雞納霜的味是苦，兩者絕不相同。

那麼，舌除了是人類裏言語的重要器官以外，又是味覺的器官。我們一定要知道胃覺的用處是怎樣。我們常常想到牠好像是給我們以快樂。但是我們沒有一種感覺存在着，頭一件爲的給我們以快樂。他們的存在爲的是純潔有用。但是耳和眼的第一用處，就是我們可以聽和看，所以會幫助我們做事。雖然我们用味覺多半是爲快樂，牠的實在職務，卻是用以告訴我們什麼東西合於吃，什麼東西不合於吃。

怎樣舌的動作像一個哨兵防護我們不致受害 因爲舌是味官，又因爲牠是觸器。牠能感觸那些東西，譬如骨，若是咽下去，一定於我們有害，所以牠好像一個哨兵。牠是一個化學的哨兵。因爲牠由味告訴我們那我們需要知道的食物化合物。牠認識糖，并且喜歡牠，因爲糖對於我們是好的。當牠遇見了壞東西的時候，牠又辨別那些做成食物的東西，告訴我們是非常污穢的。假使我們咽下去，就要時常受他們的害；因此我們就免於害。舌也和身體其他各部一樣，會做錯事；但是那告訴我們什麼是好，什麼是不好的職務，是牠成爲一味官而生存的原由。

若說味覺是爲引誘我們吃東西而存在，我決不信的。我們真餓的時候，雖是乾腐而無味的麵包也能吃了。失掉舌或味覺的人，仍和常人一樣的覺得餓。味的能力的存在，不是去勸我們吃，乃是幫助我們選擇。

當我們講一個人有辨別力的時候，我們就看見這事。例如音樂，並不是說他喜歡音樂，乃是辨別好的或不好的音樂。又關於穿衣的辨別力，並不是說一個人喜歡穿衣服（無論好的壞的衣服他都喜歡），乃是說他辨別不好的顏色和好的顏色，鮮豔的衣服和淡雅的衣服。那麼，讓我們設想味像是選擇家。讓我們試去欺我們的舌，把大量烈味的東西加在我們的食物上。

我們咽食物的時候所見的現象，最後，口和舌有咽的職務。食物在嘴裏調理好了（但是在沒有調理之前），就留在舌背上面，靠近咽喉。因此，腦部就得到一種暗示。腦裏有一羣細胞，他們的職務是管吞咽，叫做「嚥下中樞」Swallowing center。而嚥下中樞就發下命令，閉起通肺的路，揚起口蓋背上的軟顎，好教食物不到鼻部裏去；並且收縮咽喉的肌肉，成爲一個有規則的波動面，好教食物安穩走進食管裏去。食管是一條很長的肌肉管，從腦部通過膈膜走下去，最後開口在胃。這個管子從一端收縮到末端，把食物順着擠下，直到牠進了胃臟爲止。這樣進行，普通要四五秒鐘的工夫。

胃與消化

在前篇我們僅述食物是要經過口腔而到胃內。

現在我們要講的，就是胃是什麼，和牠有什麼用處？

胃的功

用，爲保護腸管，而使腸管得以避免有害物的侵襲，正像口腔和牙齒的保護胃，而使胃得以避免有害物的侵襲。胃的能够保護腸管，還不算牠特異的功用，牠緊要的功用，因能產生出特殊的化學物質，來變化食物在每餐後數小時內將食物攪成乳狀，所以食物由胃到腸後，就和原來攝取食物的狀況，大不相同，發生極大的變化，預備腸內的消化。腸管比胃尤爲奇異，並且尤其有用，牠由各種腺，例如胰腺和肝臟，把自己的特產汁液，輸送到腸管內，來助腸的消化作用，食物經過這數次的作用，最後就由腸管到血液內，我就靠牠生活。除了我們所吸收到體內的營養物外，再沒有對於我們是有用的了——這正像我們要應當聽什麼讀什麼是一樣的。

怎樣營養和怎樣使人健康 我們已經知道，食物怎樣經完全咀嚼和唾液調和以後嚥下由食道而到胃內。

胃是身體中最大而最重要的中空臟器；但是我們雖說牠是空的，我們不可幻想牠像一個足球那樣內面有很大的空間。身體裏再沒有那麼大的空間了；而當胃臟空虛時，譬如每次食前的時期內，牠的壁互相貼着並不擴張。當食物進入胃內，胃即擴張成空間，供給的食物量愈大，胃的擴張也愈大。健康的胃，其容最準確一定。

胃是一個肌肉性囊，位於腹腔內，稍偏於腹腔左側，肝臟左半部之下——肝臟是體內最大之腺。這個肌囊有二個開口，一在上方就是食道的開口，由此收容食物；一則在牠的右側，在這一側胃漸狹窄，幾成尖端，而和腸相連。胃壁的構造極爲精妙，其最外層爲光滑的膜，使胃對於牠的臨近臟器自由移動；中層膜由肌纖維構成；內層膜爲黏膜，構造尤爲精細。

中層膜或名肌膜，是由三層纖維以種種方向錯綜而成，此肌膜擔負極重要的任務。牠能攪拌胃內食物。

當我們吃任何食物之後，這層肌膜的一種纖維就開始營規則的運動，經過長時間（二或四小時）把食物從頭到尾，向前向後或向任何部分迴轉，攪拌使食物能適度消化。又無論食物的多寡，胃壁總是和牠密接，這是幫助把食物磨碎和柔軟。但胃是沒有牙齒的，並且胃壁比心臟的厚肌壁的力量遙為薄弱。鳥類沒有牙齒，但是體內有特別的能力，以替代牙齒。倘使我們不用我們的牙齒，則胃不能代牙齒營相當的工作；但牠的肌壁很能做的。當我們健康的時候，這種胃運動我們並不覺得，不像心臟的不絕的運動可以知道的。

倘使吃食太快，食物未能充分咀嚼，那麼胃的肌層當然要疲勞，擴張，胃壁弛緩，而不能適當攪拌食品，往往因此發生消化不良；但若胃臟處理得宜，並若保持血行佳良，則肌纖維賴以得佳良之營養，這消化不良的事情決不起的。

胃內層的奇妙的被膜 胃的內膜，也很奇妙。牠是一層黏膜，就是說牠的裏面有極小產生黏液的腺。但並不是都產生黏液的。牠至少有兩種小腺。這些腺或是小凹，或是小管，在胃被膜之內，被有特殊能力的生活細胞。這二種小腺中的一種，產生一種物質，就是鹽酸。但凡是鹽類，一定由一種酸類和一種鹼類化合而成，這是我們業經知道的。食鹽（普通的鹽）是氯化鈉，乃一切生物的食品的必要成分，這是在我們和大多數的動物胃腺分泌的鹽酸的來源。

氯化鈉（或食鹽）由血液運輸到腺組織的細胞中，而分解氯化鈉為酸和鹼二部，酸則流入胃內，從事於消化食品。化學家能在體外將氯化鈉分解，但頗覺困難，並且牠所使用的有力物質都是體內所沒有的。

無人能知道而祇能詫異的一件事情。極強的化合物，怎樣能被胃腺細胞所分離，而沒有什麼困難，也不使用什麼強酸類，這事情是沒有人知道的。我們祇能將這些分離的能力，歸功於生活的腺細胞而稱奇罷了。有時人們害病的時候，胃不能產生牠消化食物所需的鹽酸，那些醫生給他些鹽酸當作藥品。這鹽酸進入胃內，正像天然的作用；而在這樣的例子，其結果就是能使患者痊愈，效驗竟如神。許多人由他研究人體的所得，解釋這奇異的事，就是說胃當健康的時候，產生鹽酸，而我們所攝取的食物，若沒有這種酸類就不能消化。

每回食事，我們必用鹽放在菜餚裏，我們當要記着，胃腺用食鹽造成什麼東西？而食鹽到了血液內就由動脈攜帶而供給和營養胃壁。

胃內第二種特有的腺，也是十分奇異的，倘若我們在食前於顯微鏡下觀察這些腺的細胞時，則見有一些顆粒位於細胞之中。這些小顆粒由腺細胞所造成——當然由血液造成。但若就動物，當食後檢查這些細胞時，此等顆粒早就消失。

胃液素的小顆粒和他們在食後的工作。胃腺細胞中的顆粒，所以在飯後就消失的緣故，是因在食後約半小時，這種小顆粒被腺細胞融化而流入於胃中，到胃內以後就和食物混合，像已經攪拌的狀態。這些小顆粒中的物質，由一種酵素，叫做「胃液素」的所成，若沒有這種東西，胃就不能消化食物。人在有病時，他們的胃往往不能照常產生胃液素，我們用小牛的胃，取出胃液素（製成帶黃色的粉末），給病人當作藥劑。這是能使他所攝取的食物消化，但這實在是牛胃細胞代替他營消化作用。

若用鹽酸或胃液素給與健康人，他的胃自己就停止產生鹽酸或胃液素。這也是其他一切生命的另一通例，就是人體各部健康的保持，專在乎各司其務，自營工作。倘若由別的來替代，那末牠就要弛怠而失用。胃液素很容易購得，各藥鋪中都有，而一般愚人多去購用，不知道是能阻止他們自己的胃的本來所有的工作。倘若開始就準時使用胃液素，那末必定要持續的下去，因為若是起始就準時使用，那胃便養成安逸，失去牠分泌胃液素的能力了。食用胃液素最好的時候（除極短時期外），就是在胃自己不能產出胃液素的時候。

體內澱粉怎樣能變成糖 現在我們一定要知道，鹽酸和胃液素對於食品怎樣動作？最先我們要知道的，就是鹽酸和胃液素等物，在食後半小時內不完全產出。在這半小時內，食物的澱粉質，因唾液的醱酵作用變為糖。食物之澱粉既變為糖後，則胃流出其自己的產物以消化食物，惟這時候澱粉的消化一定停止，因為澱粉的消化，僅能行在食物為鹼性的時候——因鹼性唾液使牠這樣的——所以當胃產生鹽酸，而使胃內容變為酸性時，澱粉之消化一定停止。到這時候，胃內開始第二期的消化作用。鹽酸最先作用於食物某部，使食物來預備胃液素消化。胃液素然後把食物醱酵或消化，直至食物變為新物質而適合於血液吸收為止。

於是胃開放牠的通到腸管的門，這個門是由一個強韌的肌肉輪來把守，且長時緊閉。胃內容的從胃到腸，每次祇少量，隔了一會的休息，再行輸送休息，這樣運輸，直到胃空虛為止。

胃的用處和生命怎樣也可以沒有胃 這是唾液可以消化食物澱粉的場所，或可說是開始消化作用的場所。胃是一個囊，這個囊能保守一定量的食物，所以我們能吃了一餐做事體，到下一次再吃。保護胃是腸管健

康和正常工作的，因為牠只許柔軟物質——差不多是流質——到腸內，並且每次到腸內的食物都是適量。胃是一個生活的囊，因牠的生活能力，產生酵素而消化食物，並且能攪拌食物，使食物各部都受發酵作用。在實際上胃產生的發酵素不止一種，產生的酸也不止一種，我們上面講的不過其中主要的一個。

普通我們對於胃太覺重視。其實我們要是沒有了胃，也得照樣快樂的和健康的生活，若將胃完全用手術摘出時，食品便從食管直接到腸。這時候食物當然要用小量，並且當然要用牙齒細嚼。

食物是在腸中消化的，我們要知道食物可以不必在胃內消化，胃不是消化作用的主要部分。胃和唾液所營的消化作用，完全可以在腸內營的。這並不是說唾液和胃液是不重要的，是沒有價值的；不過說調製食品預備送到血內的主要場所不止胃一處，體內尚有其他器官，正如世人所謂「一弓有數弦。」

處置食物無用部分的管子 我們食物的三類中，需消化的是蛋白質、澱粉、糖（炭水化合物）和脂肪。第一簇一部分在胃內，受胃消化；第二簇也在胃中消化，但非受胃所消化；第三簇並不在胃中消化。故乳中的脂肪——就是浮在表面時我們所謂乳酪的——在胃內沒有變化，不過浮游在食物上面，亦像在乳汁表面一樣。在體內僅有一部分，適宜消化一切食物這一部分就是腸管。

腸管是一個極長的彎曲管，起始於胃的終端而終於一直的部分，叫做直腸，在該處，那些食物的無用部分和從肝臟輸來的膽汁混合，此等物質在健康人每日排泄一次。人們以為這事是不值多談的事情，但若以為這是不足討論的問題卻是一個極錯極不適宜的思想。這也身體奇異功作的一種，正像肺的呼吸和心的搏動一樣。

這長管由三層構成是吸收我們食物的管。腸管長約二十五至三十呎，這樣的長，就所以使我們知道牠有重要的工作，牠的工作費時很多，並且全腸管都營工作的。我們每次吃的食物，在腸中須費二十四小時乃至三十六小時之久，在這時期中，全營消化作用，一面選擇有用的物質吸收，一面排除無用的廢物。

腸管也像胃，有三層，並且這三層和胃的三層同。中層是由肌纖維構成，肌纖維普通圍繞腸管成環狀，非若胃肌層纖維的呈種種方向排列。這兩種不同的緣故，是因為腸管的內容，都已受胃軟化，幾成流體，無需再向前向後的攪拌了。腸的運動，由腸之環狀肌纖維收縮而起，牠的運動很是緩慢，而一個長管自始至尾，順次進行，好像波動。這種腸運動我們自己絕對不覺得的，但是我們時常能聽見牠輸送食物的輕微聲音。有時像我們吃了綠蘋菓，或食物咀嚼不充分的時候，那腸的運動增強，於是我們可以覺得腸的運動，我們便說是肚子痛，極重的稱為疝痛。

奇異的腺和他們消化食品的工作 腸的內層就是腸黏膜，是特別的奇異而且有趣味。除了分泌黏液的腺體，像口腔，鼻腔，和其他各處的腺外，還有多數特別的腺，產生消化液和酵素，而使食物消化或發酵。我們業經知道，各部腸內各自產生好幾種特別的酵素，其量也很多。但是腸並不能產生像胃所產生的很重要很有力量的消化酵素。腸中的重要酵素，是從一個特別的腺體叫做「胰腺」產生的，這胰腺在脊椎動物都有，牠送牠所分泌的液體從一個開口於腸起始的四英寸許處的極小的管注入腸內，所以那從胃到腸內的食物，不久即受胰液的消化作用。

牛的胰腺，當作食品，甚為適口，平常說牠像甜麵包似的，尤其對於病人，同對於一種不欲出高價買食物的人，是最適宜的。胰腺的汁液至少含有四種醱酵素，其中有三種，我們知道是最有力量的酵素，這三種有力量的酵素中，一種是消化蛋白質，一種消化澱粉，第三種消化脂肪。食物能遇着可以消化脂肪或油的時候，要算胰液的消化為第一次，胰液能消化脂肪的，是最有價值的部分。無論唾液或胃液對於脂肪是沒有作用的。

胰腺的細胞和幫助我們的方法 胰腺的細胞和其他各處的腺細胞是相同的。細胞也有造物質的顆粒，當食物進入腸內的時候，這些物質，經過胰管而注入腸內。當食物離胃的時候是酸性的，這酸性當入腸內的時候，就所以使胰腺知道是需要胰液了。若因任何原因，胰液不分泌出來，我們就知道那人不能消化或應用他食物內之脂肪。並且他的全部消化作用都受障礙，但是以脂肪的消化受障礙最甚，因為沒有別的可以替代胰液消化脂肪的。

肝臟也像胰腺那樣，把牠自己的產物送這腸內，並且也在同一位置。這種產物，有一專名，叫做「膽汁」；若有某種情形，妨礙膽汁分泌的時候，我們稱這人為黃膽病人。膽汁是帶櫻色，牠所以有顏色的原故，是因為遺有赤色物質，或血色素 Hemoglobin，或為破壞於肝內的赤血球。膽汁以許多方法來幫助消化，但是牠並不含任何酵素。牠好像是調製食物中的脂肪使受胰液的消化作用，牠先分離脂肪使成些極細微的珠滴，這能容易受消化作用。我們稱這種分離脂肪的機轉為乳化。膽汁對於微生物有很大的毒性，所以胃產生鹽酸亦是，照這樣看起來，倘若我們的胃和肝健康的時候，牠的產物能殺滅一切可怕的微生物，於是我們對於飲食可以安心，無慮。

微生物爲害了。

我們食物的精力怎樣能進入我們的血液中 當食物業經消化，變成適於進入血液內的，新化學物質時，其餘的一部分是無用了——像蔬菜莖中之堅韌物質或纖維——通過腸管，到排便時排出。但是食物已經消化的有用部分都進入血液內，其進行由一很特別的方法。在腸管全體內，我們見一種新奇的東西在腸黏膜上。這些東西是微細的突起，其數有數千，都向腸內方凸出。他們上面被覆着一層細胞，並且分布以許多毛細血管。他們的職務，和其他我們所講過的許多腺的職務，完全不同。他們不是消化食物，乃是吸收食物——把已經消化的食物吸收到血液內。

使食物經過而入血液的千萬靈敏細胞 飲食的目的，全是要使血液中所需要的物質進入血液。一切的消化工作，不過是調製食物吸收至血液中。腸黏膜上面極小突起所被覆的細胞，是有知覺而且非常靈敏的。牠採取預備輸送到血液中的腸內容物，通過他們的本體，經過那些穿入小突起的小孔的細血管的薄壁，於是由血流攜帶到身體各部。我們可以取一塊動物的腸黏膜，若能保持其溫度，我們能見牠在一定時間內生活着。我們就能在其生活時期內，觀察這些被覆那無數小突起的細胞怎樣營他們的奇異工作，並且我們要注意極奇怪的事實，就是這些小突起，當食物其他部分預備到血液內去的時候，不能使脂肪到血中。脂肪是從另一種的薄管，叫做「乳糜管」進去的，於是在體內向上行，直至乳糜管將脂肪傾注到頸部附近的靜脈內。乳糜管名稱的所由起，因爲每飯後，其外觀好像充滿乳汁的樣子。乳糜管內爲油滴或脂肪滴，而有乳的外觀。我們不

知道爲什麼食物的脂肪須要這樣的間接纔能到血液內。

怎樣我們往往吃東西而得不到精力 現在我們要研究這大的問題，就是我們不是靠吃來生活的，卻是要靠着腸管的吸收來生活的。若是一個人吃了世界上最好的食物，且每天的吃量又大，但是不能吸收到他的血液中，那麼他便要餓死，和那完全不吃食物的人一樣快。食物在我們口腔中或胃和腸中，雖然時間很長，但都是沒有用的，只有在我們的血液中有用的。倘若食物在未入血液以前，都耗費掉了，等到進入血液也是沒有用了。

機械式的愚人，往往任意吃美味的食物吃的很多，但是也許很驚訝他們的食物沒有精力。他們忘了我們是單靠着消化和吸收而生活的，所以我們無論吃得怎樣多，能消化吸收的卻很少。

還有些愚人對於他們的精神上也和上面的事情一樣，尤其對於兒童的精神更要利害些。草是牛的美食，因爲牛能消化牠。對於我們是絕對沒有用的，因爲我們不能消化牠。我們不能消化的東西，爲什麼要吃牠呢？兒童的精神祇能融化一定的東西，並且這些事情也像食物一樣，對於他的精神上是有效的。若別的事情，他不能融化的，而去給他的精神中——假如專供成人讀的難功課或深奧的書——於是就不能融化了；他就起讀書的索然無味，而一點也沒有什麼得益。倘若我們在這裏所已經讀過的事情，不能由我們的精神來融化牠，正像把這本書上的紙，給你做你的早晚餐，你僅能咀嚼的很好，但是不能吸收和消化牠，終是要餓死的。

但是照以上所說的，並不是說你可以什麼事情都不做，我們身體用過飯後，是應當工作極勤勞的，若是不然，

牠就不能消化。若不能夠消化，就不能吸收，我們一定要餓死的。精神也是這樣，當讀過書後，一定要行他的工作。

爲什麼精神也像肉體一樣需要食物並且怎樣喂養牠 我們已經知道，精神上所需的食物，一定要是一種牠所能够運用的；但是我們知道這種食物是佳良的時候，並且你的精神已經得到牠的時候，那末就是要你消化的了。沒有人能够替你做那些融化事體，就是你的父母，也是不能替你代做。他們供給你食物，但是若非經完全消化和吸收，還是沒用，而這些事情只有你自己能做。

他們可以供給你精神上的食物，和良好的一種食物，但是能够融化牠的只有你自己。倘若你不能消化和吸收這種在書內或其他意志上的食物，或許能使你一時快樂像無用的食物或毒物，也許能在我們吃的時候使口內快樂一樣；但是一點用處也沒有，並且有害於精神的生命。所以這個最大的問題就是：「我們怎樣可以消化我們精神上的食物？」這個回答就是，第一我們先要熟思。正像舌和胃與腸壁的肌肉的攪拌食物一樣，所以我們必定要把讀過的和聽過的事情，再三的思索。消化作用不過是變化食品，使牠成適於吸收的物質。所以你每回讀完書之後，你必定要把書中所講的，轉變成你自己的字句，用你自己的方法來觀察牠，自己再要詳細的思索牠；並且將牠的不好和無用的部分除去，像腸管對於食物所做的那樣；把你所學過的關於生命的故事及地球的故事混合——照這樣學完這些功課，纔能够把牠吸收到精神裏去。

食物給我們以體力精神上的食物給我們以生命和能力 精神的食物，給我們生活和能力，正像食物到了

血中，給身體以生命和能力。所以我們所學的，若是實在的吸收到我們的精神裏去，就給精神以生命和能力，也像身體那樣，供給了食物就能使牠動作和運動，所以精神若吸收了良好的精神的食物，就可以產生新精神，來指導我們的行動。

更有一件事情，就是身體從生至死，每天要有新的食物來供給的。吃東西並不是只我們小的時候，而到了長大的時候就此停止的。我們一生始終要有新鮮食物來供給，否則我們的生活就要告終。精神也是一樣，並不是單在學校裏學的就算了，一定要有新的精神的食物，來營養終身的精神。否則，精神就要飢渴，乃至死亡。在世界上有許多人對於牠的身體是非常注意調養的，但是他們早已不注意調養他們的精神，或者他們調養他們的精神僅用非滋養的精神食品，不能夠吸收，於是牠的精神仍然是要死亡的。

身體和精神的區別這個區別是永久存在的。我們若是聰明的，應當從事於培植我們的精神。我們雖然知道精神和肉體是極相似的，但是我們還要來發見精神和肉體的所以不同的奇異事實。這個區別點，就是身體到了一定時期以後，就停止發育，雖然有極美的食物極充分的消化和吸收，也不能使牠怎樣偉大和強壯。但是人類的精神，若是每天用良善的書籍和思想與談話，審美的觀念，高尚的音樂來誘化他，能一生向上，漸漸的聰明和良善，不像身體止能發育到一定限度的。

你的身體是怎樣構成的

當動物的身體發育到極美滿極複雜形狀的時候，就是當牠長大能做一切事務的時候，牠的身體就需要產生堅固的部分，用來當做一個架子，以聯合身體各部，並且供肌肉的牽引。我們近來每見一所偉大的建築物，全都先要安置鐵的或鋼的架子，我們因此發生一個關於身體上各堅硬部分的許多用處的觀念了。體內的堅硬部分的用處，第一是保護身體，如同蝸牛和牡蠣的甲殼一樣；我們自己的骨有幾處也是爲這個目的而存在，下面就要講到了。

動物的堅硬部分我們可稱做「骨骼」，倘若我們用一個動物（例如龍蝦）和一個魚（例如青魚）來比較，我們便知道關於骨骼的事情是最有趣味的。動物的骨骼位置，也有在體外的，也有在體內的。龍蝦的骨骼是在身體外部的，而牠的肌肉是在骨骼裏面。在青魚一類的動物，卻相反。最古種類的骨骼是龍蝦一種，當我們研究一切動物各種形態的時候，我們要對於現在的這種動物，研究牠的原始狀態，並且還要研究牠骨骼以外的其他部分。

凡動物骨骼在體內的，都叫做「脊椎動物」Vertebrates；動物若沒有脊骨的，叫做「無脊椎動物」Invertebrates。但其中有多數和我們十分近似，我們已經在自然界中記述過的，例如牡蠣，水母，蝸牛，蛾類，蝶類，海綿等都爲無脊椎動物。

世界上最重要最奇怪的動物，就是脊椎動物，我們人類也屬於這一大類裏。我們可以將脊椎動物分爲數類，這種分類的方法，也是研究自己骨骼最好的法子，可以從下等的脊椎動物研究起來。

最下等的脊椎動物是魚類，最初的魚類和青魚比較起來還要低級，且甚簡單的，青魚是最適合於我們研究的目的物，當我們在早餐的時候，殺一條青魚，我們可以看見青魚的頭是在許多小骨形成的圓柱的終端，這個圓柱就是牠的脊柱，許多小骨就是脊椎。關於頭蓋骨和脊柱的怎樣形成，這個問題我們很容易的寫許多篇幅，不過我們現在沒有閑功夫來講這個大問題。總之，頭蓋骨有腦髓，而腦髓從頭下行經過脊骨，成一個神經質的長索，這個長索叫做脊髓。頭部骨的最大任務是保護腦髓。

高級生命中魚鱗的奇異發育 頭骨保護腦的事情，無論在青魚或人類，我們知道都是確實的。設若我們沒有頭骨來保護腦，我們恐怕連一個星期都活不了。所以我們同時可以知道，雖在脊椎動物，身體中最重要的部分，仍然是在骨骼之內面，而非在骨骼之外的。

但若我們再進一部來觀察青魚，就知道牠有缺少的地方。牠的缺少地方，我們十分知道，在蛙，及我們人是都有的；這缺少的地方，就是四肢。現在我們一定要繼續研究脊椎動物的次一類，叫做兩棲類 *Amphibia* 的，來觀察牠的四肢。各個蛙都可以使我們知道四肢的真相。蛙四肢發生的歷史，是從兩側所生的長鰭變成的，這種鰭在魚類是常見的。當我們看一個蛙骨骼的時候，我們立即能看見，牠的骨骼是由兩部組成。一部分位置是沿蛙體的長徑，或是縱軸而生長的，普通叫做『軸性骨骼』*Axial skeleton*。這種骨骼和我們在青魚所見的有些不同，但實在和青魚骨骼一樣的，但蛙有四副肢骨從牠體軸向外向側方突出，這就是牠的四肢。

從蛙到人類種種動物的單位 千萬種類的脊椎動物，全都比魚類高，這是一定不變的規則，從蛙直到人類

自己，都有四肢，並且數目也相同，絕沒有多的或少的。在鯨魚，臘胸獸，蛇，以及其他一切動物，所有的四肢，或一對，或兩對，當牠生長的時候，未曾發育，所以是變小的。研究這個組織的奇異單位，是世界上最有趣味的一件事情，當太古時代，魚的側鰭也是產生四肢，像蛙似的。其他一切的動物，或是爬行的蛇，或者是在太陽光裏跑的很快，的蜥蜴，或者游泳水中的鯨，或是在空中飛的鳥，或狗和人，其定例是骨骼成立於一條由許多脊椎造成的脊柱，但其前端擴張成空腔以容腦髓。並且發生兩對肢體，一對在前方，一對在後方。

還有一件事情要注意的，動物關於骨骼的事件，對於牠的美容是極有關係的，就是兩側互相一樣的事。這兩側完全一樣的事，叫做『對稱』Symmetry。

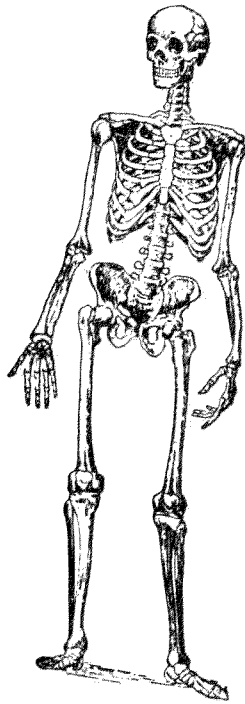
我們的生命上每天所必做的祕訣 這種兩側的對稱，是身體的平分部分，這對稱不僅適用於身體構成所靠的骨骼，其他都是這樣的。可是並非全都絕對相等，我們看顏面的兩側，就不十分一樣；兩條臂膊也不是全然一樣長短。但是人體兩側的對稱，凡我們可以見到的，全都是根基於兩側骨骼的對稱。

現在我們把骨骼來和近來大規模建築物的鋼架比較，我們可以說牠是我們身體的架子；但是這種說法是太過，當我們去詳細觀察牠的時候，我們應當知道牠的用處。

人體的架子不是靜止的物體架子，卻是一個有運動性物體架子。一株樹有一個硬的部分，就是牠的骨骼；不過樹木是植物，普通植物依靠空氣，日光，土地來生活，牠就位在牠所生長的部分。但是一個動物的食品，是有特別種類的，不是各處都有的，並且牠的食物，不能像植物似的，來到自己的身前，一定要四出尋找的。所以動物

最大的特徵，是能運動。人類的骨架是一個極特別的種類，因為動物運動，骨骼並不離開牠原有的位置，這是因為骨骼能變，把身體的某部分，彎屈到其他的部分，所以不離開位置而能運動。我們向來沒有想到的，而且這種事情也是我們所預料不到的，而且第一步下手作事也是很奇怪的。一個人費了二十年的功夫，沒有研究出什麼來，我們知道我們研究的越深，是越奇異的。一切人類都是在奇異的道路上，研究奇異的事體，所以無論什麼地方，都感覺無窮的奇異。骨骼不是全都由一塊一塊做成的，也不是各塊骨頭全都互相堅固結合，像房屋或船舶的架子似的。骨骼無論什麼部分，都是必需運動的，所以我們察覺骨骼由許多分離的部分構成，其間關節互相結合。

講到關節，我們素未詳細講過，但是工程師當他造一輛汽



骨骼是身體的架子，是由二百以上分離的骨頭造成的。

車機械，或是一個汽船機械的時候，都要造許多關節；並且他還要儘量使關節保持光滑，可是從來沒有一個工程師能造一個機械能够趕上像人體內關節的奇異，完美和耐久的千分之一。又骨骼自己沒有運動的能力，設若牠要是運動，一定須有物體來牽引牠，牽引牠的物體就是肌肉，通常一條肌肉，從一骨越過關節而至他骨。當肌肉收縮的時候，牠就在關節部彎屈，使一骨和他骨接近。這個骨骼對於身體，牠的功用不僅是一個架子，不過我

們還沒有完全發見牠所有的功用。頭蓋骨和脊骨不僅是支持作用，並且還有保護作用。牠們的裏面，有可寶貴的神經質存在，這個神經質就是管理全體的神經中樞。末後，骨頭若沒有別的事情可做的時候，就有許多的骨，包含千萬的細胞，這種細胞是不絕的為血液產生赤血球，有的時候血液裏面的赤血球破壞很快，這種細胞產生赤血球也越快。我們可以找到許多的骨（例如脛骨等），我們所能想到的，牠好像一種支持腿的柱子，但是牠充滿了一種細胞，這種細胞就是為骨造赤血球的，照這樣的情形，若是不絕需赤血球的供給時，骨的硬質部分差不多消耗，於是那骨容易破壞。我們能知這事情是很要緊的，因為我們確容易誤想我們的骨骼是一種無生命的東西呀。

設若我們再來研究魚類，我們便知道骨起始的時候，並不是真的骨質，卻是柔軟的。這種柔軟骨，專有的名詞叫做「軟骨」Cartilage。我們的骨起初大多數都是由這軟骨造成的。其後由一種奇異的作用，從軟骨起始發生變硬骨；在軟骨的內面，牠和軟骨的界線比較海岸線尤為明瞭。小孩的骨非完全是骨質；他們的骨比較大人遙為柔軟，有的時候，在大人的骨常易破裂，小孩的骨，就因為他是柔軟，所以只有彎屈，而無破裂的事情，正像樹木之綠嫩枝，能彎屈而不能折斷。設若我們想一想，我們便知道，無論男孩或女孩如果他們的骨好像成人一樣，決不能再長大，只有永遠矮小的了。倘若小兒的骨若做完了牠所應做的事，決沒有法子可以使牠再增加三倍長，或二三倍厚了。所以正在發育生長的骨，和發育完成的骨是有很大區別的。成長骨的內部，仍然是很忙的，在那裏製造赤血球，但是牠的末端和外面再沒有事了。骨既經造成就這樣的了。反之，小孩骨的外面和末

端，也像身體其他部分的忙碌和活動，因為牠是正在構成的時期。

構成我們的身體並且為我們工作的小點。有時候你自己或許有機會在顯微鏡下，可以看到骨的奇異構造，有些細胞產生新骨；有些細胞在骨質內把新骨應當挖空的地方挖空。現在我要告訴你，就是最智慧，最明達的人，他的心理差不多總是有這種見解——他每問他自己，就是這個生物質的小點怎樣，及用什麼方法在暗地裏做有益於身體的小工作，不過講到這裏的原因，我們是不明白的。我們知道一骨，不論男的女的，均能作一樁事，出乎人的思想之外，正像一個人的生命、思想、和事實，出乎那造骨的小細胞的意想之外一樣。

要想完全明瞭骨骼，能明瞭各塊骨的小部分的用途，必須經過多年的研究。當我們看見一骨，我們就要知道牠是那骨的一小部分；要判別還是人類的骨，還是動物的骨，並且要知道牠從身體那一部分來的。關於這些微細的學識，僅僅是醫者所需要的。現在我們只要明白骨骼的大體就够了，我們可以用圖來幫助。骨骼的圖，也許嫌不很好看，但是這因為我們沒有依正當方法看的緣故。骨骼對於我們身體生命是絕對必要的；牠的構造恰合他們應用的目的，而牠的構造方法也是極奇異的。所以我們若能真的會看骨骼的時候，必定說牠是很好看了。

現在我們來研究縱軸的骨骼，這種骨骼照我們所知的，是骨骼的最古部分；其中最古的部分就是脊骨。我們知道，脊骨是由多個極小的骨互相疊積而成，而事實上，有兩件有趣的事。一是凡脊骨的動物，是從太古時代，



以韌帶連成的指骨

一種由許多相似部構成身體的動物，例如昆蟲似的動物遺傳下來的。即使人體在構造上，也有許多的遺傳痕跡，就是從許多部分構成的，所謂環節動物遺傳下來的。蟲類的環節的構造，對於牠的運動有極大的幫助，所以在實際上，我們各種運動，都受那從許多小塊合成的脊柱，而能彎屈的益處。假使脊椎只是一塊骨，我們的生命就難維持了。雖使我們只運動我們的臂，我們變動身體的平衡時，脊骨的彎屈度必定也有些微變動。有一種有用的操練，尤其像對於兒童的競技或遊戲，能使脊柱柔軟，使我們易於管轄，等到我們長大的時候，纔得不致滯鈍。

我們怎樣能直立不倒 各個造脊柱的脊椎，其大小和形狀各不相同。譬如其中在頸部的，比較背部小脊椎中之大者為小，牠還要負擔大量的重；在背部的脊椎中，是大小形狀也是各各不同，這是因為他們為肋骨連接所附着的原故——肋骨就是長而具曲線的骨，是做成胸壁的。我們能在各種動物——連我們人類也在內——看見各個脊椎的形狀和數目都是奇妙的相似。例如各種哺乳動物，頸部都見有七個頸椎，和在我們頸部一樣。長頸鹿雖有極長的頸，但也只有七個頸椎，和我一樣，並且和那宛如沒有頸的鯨也是一樣。

人的脊柱和其他動物的脊柱，有兩個大區別。第一就是人的脊柱，比較動物的脊柱遙短。大多數動物其脊柱全都是直達尾內，尾內有脊椎存在，也和其他部分一樣。但是人的尾，僅有四個小脊椎做代表，而這四個小脊椎嚴密結合成一塊簡單小骨，這小骨是沒有用處，在人類將來也許更要變小些。

還有一個大區別是極重要的，雖然你或許要想，恐怕沒有再比這個尾部完全缺如再重要的了。但是這個

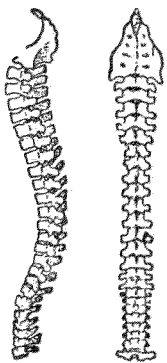
重要的區別，就是在人類的脊椎是呈曲線的。在嬰兒的脊柱和成人脊柱間，曲線大不相同。在嬰兒和四足獸以及猩猩等的脊柱，是很呈曲線的，身體的重量必定向前傾的，要想直立是很費努力的。狗也能用牠的後腿行走，但是這不是狗的天性，牠要是用後腿走時，須用特別的努力。但是我們自己的脊柱，一經過了嬰兒期以後，其曲線的狀況，完全不同了，又身體由脊椎造成，並且圍繞着脊柱，牠的結果就是使全體上半身的重量不向前而向後。

在我們股關節的前面，有兩條由極強纖維做成的大索帶，叫做韌帶，這個韌帶當我們起立的時候可以阻止我們的頭和軀幹後屈。其他的動物也有這個韌帶，不過在動物體內是小的，而人體中這兩條韌帶要算全身中最大的了。因為我們的脊椎是曲線，並且因為有纖維的韌帶在我們股關節的前面，所以我們無須努力就能直立。這意思就是說我們不用臂來起立或行走，卻用來做其他一切事情，像書寫和縫紉等。

設若我們單獨觀察一個脊椎的時候——不必取特殊的脊骨，單取普通形狀的脊椎，或者按科學的說法，取一個定型的脊椎來觀察的時候——就可以看到牠的形狀是一個很不規則的（然而不是定規的）骨。牠有一塊堅硬的部分叫做「椎體」，各椎體互相接合，好像一串錢似的，即由此而構成脊柱。椎體的對面有尖端突出，我們可以在我們的身體上，或者在別人的身體上可以看見，並且可以觸得這個各椎骨尖端作成長列沿背部中央線下行。這種突起點和脊椎兩旁的突起，均有肌肉和強韌的纖維索，將各椎體互相連結。脊椎的結合是何等美妙，何等完備，絕不能因任何細微衝動刺戟，而脫臼或離斷，更不易於骨折。但是脊椎其他部分要點，我們所應

常注意的，就是椎骨中央的大孔。當脊骨全體結合成脊椎時，各個脊骨中央的孔，就連合成一個長管，這個長管開口於脊柱的最上端，一直到脊柱的末端。最後，若是我們看見一些脊骨連結在一處的時候，我們便見各椎骨的結合雖然是極美備，極緊密，但在每兩個脊椎的中間及兩側，還各有一個小洞。

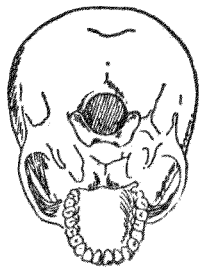
我們一切的想法和感覺怎樣都從一管送出。脊椎骨集合而成的管內，容有脊髓，沒有了脊髓我們決不能運動，或感覺，或生活；而在各椎骨間兩側的小孔，就所以保護從脊髓分出來的神經，有了脊髓和脊髓分出來的神



圖面側和面背的柱脊



這是單個的脊椎，上面那一個大孔，脊髓即由此通過的。



這圖表示頭骨基部和脊柱接合的大孔。腦中發出來的消息，由此傳達全身。

經，牠就能够司全體各部的感覺，能支配全體各部，雖然小趾的皮膚，亦能有感覺了——譬如你有了雞眼在小趾上時你就知道——而這些神經傳遞脊髓的一切命令到肌肉上，同時把皮膚所受的感覺傳遞到脊髓。

我們的頭骨有很大的孔，而使脊髓通過頭骨至脊柱內。當我們觀察頭骨和脊椎結合的時候，最要注意的事體，就是頭骨基底的大孔，並且在大孔的兩側，各有一個很滑澤的小塊。這個滑澤的部位，恰與第一個脊椎上面滑澤地方適合，我們每次運動頭部的時候，頭蓋就在這兩個滑澤小塊搖動於第一脊椎之上。頭骨底面的大

孔，正適合於第一脊椎的大孔，腦的最下部，就在這個地方變為脊髓——第一脊椎是呈環狀的。凡腦內所有感覺，所欲望的，以及身體四肢各處到腦內的消息，都沿神經到脊髓裏，而後通過這頭蓋底的大孔而達腦內。由腦中所發出的通信，就通過脊髓達於神經而至於四肢。

脊髓怎麼樣漂浮在脊髓管內和怎樣受保護。脊髓是很奇妙的由脊柱保護着。牠是被包於脊柱內的一個充滿液體的囊鞘內，就漂浮在液體之中。我們用力擊打脊柱時，以及脊柱的運動時，都不會損傷脊髓；這是因為脊髓漂浮在液體中，而受牠保護的緣故。又有脊柱和脊柱周圍的肌肉保護牠很是完備的，使牠不受目光的影響。惟有一處所受的保護不像其他部分的完備，這個地方就是頸的後面，凡不很慣在烈日中的人，頸部後面是必須保護的，以防感受中暑的病。若我們儘讓我們的頭髮生得長些，並且我們都披散在頸後部，像女孩那樣，這個地方就能受保護了。但與此同理，有一個很好的方法，就是在炎熱的天氣中用一塊手巾，或和手巾一類的東西，放在頸部的後面，以保護神經系統中樞部的最容易暴露的這一部分。但須要記着，這種地方天然早已預備有頭髮來保護的，這種頭髮於保護腦髓的受中暑病，尤有極大的助益。

脊柱——我們的身體是圍繞牠而構成。在脊柱的下端是和大腿骨相關節，大腿骨就從這裏發生。脊柱的這一部分，我們見有五個脊椎相合而成一骨，在從前會有一種設想，以為一身的靈魂，就宿在這個骨內，而到現在我們仍舊稱這個骨為「薦骨」Sacrum，是薦祀神聖的意思。

在頸椎的下面，薦骨的上面，構成背部的，是一列十二個脊椎，由此發生肋骨——左右兩側各有十二根。這

數目，男人和女人是一樣的。肋骨的前面大多數和胸骨接合——胸骨你自己很容易觸着的，這樣造成的骨性腔就是胸腔；外面有鎖骨和肩胛骨附居其上，由此發生兩臂。我們要是回想我們自己的身體，那頭蓋也位於脊柱的頂端，我們便應當知道脊柱是身體任何部分的好家庭。這句話確是不錯呀。身體各部都圍繞或依靠脊柱而構成的，要是沒有了脊柱，那一部分都要傾倒了。

頭和四肢

關於骨骼的大概和牠對於身體的用途，已經講過了，而關構成身體的脊柱，尤其詳細解說過了；我們知道在人類的脊柱，是特別呈曲線的，所以我們過了嬰兒時代以後，能够直立步行。在脊柱的上面很平稱的有一頭；頭內容有腦髓，我們自己真真生活於此部，從這部分發命令到四肢百體，由此我們可以表現我們的生活和欲望。凡吩咐到下肢（或腿）的命令，使我們到我們所要到的所在，而吩咐到上肢（或臂）的命令，是使我們到了目的地之後，做我們所要做的事情。現在我們先來討論頭部。

若我們觀察一個最低級的脊椎動物，例如魚，或者看一個較高級的，和人類較近的脊椎動物，例如狗，我們就能看出頭是由兩部分做成的。在前端向前的部分，我們稱做顏面。顏面的最大任務，就是具有最重要的感覺器官——眼和鼻（眼鼻較耳為緊要，魚類的耳是極不發育的）在狗更有通氣的氣道——以及食物到體內的進口。

在顏面的後方是頭的另一部分。作圓形，並且很大的，我們叫牠為頭蓋（或稱顱）。頭蓋是全部骨骼中最重要的部分，因為裏面包容腦髓的緣故。魚的腦是很小的，所以牠的頭蓋也是很小；狗的腦比較的大得多，所以牠的頭蓋是十分顯著。和我們人類愈相近似的動物，像高等的猿猴類——普通稱為類人猿的——腦髓和頭蓋又比狗遙大。但是雖在最高級的猿，其頭蓋還是在顏面的後方。

至於我們人類自己，腦髓比其他任何動物的腦髓巨大得多，而特建一較大的腔以容這巨大的腦，這就是人體和其他動物體最大的區別。腦腔一部分向兩側聳出，所以我們的頭蓋從頸部兩側突出是很顯著的。但我們自己的腦髓最奇異的發育，是在乎牠的一個特別部分，就是牠的最高部分——牠所以最高的緣故，一是因為牠本來在頂端，二是因為牠營一種最高的思想。這腦的最高部，發育得非常，而且非常高，是向前方重疊而不上方堆積；因此我們人類的頭蓋也就向前方發育以保持牠。這意思就是說在動物完全位於顏面後方的頭蓋，在人類則有一部分位在顏面的上部；設若我們觀察不論男女或小孩，立刻就能看見有很大的前額，這前額是人類所獨有，世界上動物都不能見到的。我們人除有前額之外，在顏面的後部仍然有頭蓋突出，和其他動物一樣，不過我們人的頭蓋有一大部分位於顏面部之上——這部分是最重要的，因為牠保護我們人類腦的最高部。人身體的生長和發育，以及其他許多事情，全都依靠這腦髓；所以若我們觀察一極幼的嬰兒，我們可以知道，雖然他的腦尚有許多沒有學的東西，但是他比較的已經比身體其他的部分大些。

在嬰兒產生時關於他的一件可注意的事 嬰兒的顏面，因為在較大的頭蓋下方，所以看起來好像很小，其

實已是嬰兒全身最廣闊的部分了。設若我們看我們自己的時候知道我們的頭和我們的肩與股比較起來是非常狹窄，我們就很難信任，當我們初生時，頭卻反比其他部分為廣闊。其實初生兒的頭，確是比其他的部分廣闊，所以他能保持一很大的腦，以操縱和完成嬰兒的生長和發育——嬰兒在尚未成為世界上主人之前，是不能坐起，更不能直立。

我們知道地球上，有幾部分，居住有極野蠻種族的男女，這種人不單是所知的比我們少，並且即使他們有同等的機會，也不能像我們所學的那樣多；我們要是觀察這種人，就知道他們沒有高闊的前額，他們的前額是低而狹小，並且斜向後方，幾乎像狗的前額一樣。

在堅固如岩石的屋內的腦髓，我們若明白腦髓是何等重要並且知道頭蓋是牠的屋子，我們就要想雖然費許多時間來研究頭蓋，是有價值的。研究頭蓋第一要緊的，就是要注意牠的基底或下面。若我們看見頭蓋的下面，我們見有兩件事情。第一頭蓋非常堅厚，並且大部分是由全體中最緻密堅固的骨構成。其中有一部分叫做岩狀骨 *Petrous bone*，希臘文是岩石的意思，因為牠是十分堅強。頭蓋底所以要那樣堅強的緣故，就是因為牠時常碰到一種震動。當我們步行的時候，尤以跑跳時為甚，有很大的震動從腿經過脊柱而達頭蓋底。設若頭蓋不這樣堅強，牠就不能受這種不絕的震動。因為牠這樣的堅固，所以除非過到極猛烈的衝突外，人們有時雖從高處墜落下來，也不致破裂的。

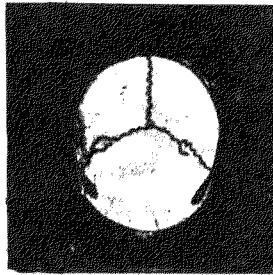
頭蓋和腦的大奇異 關於頭蓋底第二件我們要注意的事，就是穿有多數大小不等的孔。這些大小不等

的孔很多，並且很複雜的，要想明瞭牠，非得要有幾個月的工夫。但是雖然用了好幾個月的工夫，把牠研究明瞭，只要隔了一星期的工夫就忘卻了。但其中確有一個孔，是沒有人會忘了的，這就是我們上面講過的大孔，由這個大孔，腦髓連接於脊髓或走入脊髓之中。其他許多孔，有些是使動脈管由孔進入頭蓋內，而供給腦以空氣和營養物；有些是使靜脈運輸腦內業經用過的血液到外面來；還有些孔是供出入於腦髓的神經的經路，來和顏面、舌、唇、鼻、眼、耳、發音器官，以及身體其他主要部分相連絡。

我們知道腦所安放的骨質基板上，祇有一二處不能周密的保護牠。像包容眼球的眼窠壁，就是其中的一處。譬如陽傘尖端等類東西，很容易刺穿眼窠的薄骨壁，而傷到腦的最要部分。不過實際上，這種危險決不會有我們想像的那麼厲害；何以呢？第一因為眼球大部分受骨質的環圍繞保護着，所以尖銳的物品，要想傷及腦，非得極直的射入，不會傷到腦髓的；第二因為眼球自己是很敏捷確實的保護牠自己，所以當牠一見有危險，牠就很迅速的報告於腦，而使腦下令來運動頭部，以避免危險。頭蓋的上頂，是由一種極特別的骨組成，這種骨是薄的，並具美妙的曲線，各骨互相結合更是非常適合，在身體裏面的骨，像這樣彼此互相結合是很少見的，不過這樣結合的關節是不能運動的。可是在頭部一切的骨，通例都是這樣的，只有下頷骨的懸垂於頭以及耳內小骨的結合是例外的；耳內的小骨，專為外界的聲浪傳達到聽神經之用。形成頭蓋頂的骨，往往容易破裂，就是頭骨的破裂比較脫臼或轉位為容易。這些骨片是很可注意的，因為牠不是和其他骨一樣，由軟骨形成，卻是由纖維質的膜化骨而成。當小兒產生的時候，且其後經過好久，他的頭蓋上，至少有二處是纖維膜，仍未變成骨質，在那個地

方我們可以觸着是軟的。其中有一個比較另一個特別的大，而我們大概都會輕輕的接觸着小兒頭頂的軟部的。我們設想頭蓋的堅硬骨質，若都用柔軟的膜來代替，那腦髓的生存是何等危險！這種軟部，稱做「**凶門**」。

有時我們觀察凶門，或以手指輕輕接觸牠——在嬰兒的頭部常容易見的——我們當看出或觸着這軟部是很快的起伏，好像泉湧似的。這個軟部所以發生振動的原因，就是當心臟每次搏動的時間，腦髓和頭蓋都稍起充血，所以在每次心臟搏動的時候，我們的手指就感覺這軟部的起伏。並且有的時候，嬰兒的脈搏在他處不能觸得，而在此軟部卻能觸着。不過你讀了這節書之後，倘若你有小妹妹或小弟弟，不能就自行接觸他的小凶門，恐怕你接觸得太猛，並且嬰兒不是為我們來作試驗玩的；我更要你明白的，就是為什麼各嬰孩的母親或者看護，都要特別注意保護他的頭，而使之不受損傷呢？



我們頭蓋骨的頂部，好像只有一塊骨頭似的，其實是由好幾塊骨頭結合而成，例如圖中這般。不過他們結合極其精緻，想要把他們脫開，還不如打破牠來得容易。

我們知道做成頭蓋頂各片的骨，是從該骨相當的骨膜中央一點起始逐漸化骨而成。這個起始變為骨的部分，雖在成人的頭上，也得觸知是隆起的，因為這一處的骨質較他處為厚。有一些人欺弄人，說能由人的頭骨隆起，而看出人的品德和將來的作爲來，但是這都是一派胡說，絕無理由的。因為倘若我們能見得在頭骨裏面的腦，我們就知道腦不是和頭顱一致的高低不平的，因為頭顱的隆起不過骨質略厚罷了。

在你自己的頭上，至少能觸知五處隆起。在前額的兩側，各有一個隆起，可以說恰好位在前額的角部。又

在頭角部的對面（設若頭是平坦橢圓形的）也有兩個隆起，這兩個隆起，就是頭顱兩側的骨的發生起點。又在頭蓋的正中線上的後下部，有一個最最顯著的隆起。這個隆起雖是一個真的骨質隆起，但是一個很特殊的種類。這個隆起是一片銳利的骨，用來保持頸後面的肌肉和強彈力性的纖維，以抬起頭部，並阻止頸部的下落，譬如人熟睡的時候，他的腦忘了告訴頸背的肌肉來牽引頭部，所以往往頸部下落。然人類的頭蓋，比較其他動物更為光滑，貓或虎的頭蓋面，更有許多的骨緣、骨嵴和隆起。其原因是因為虎等必須靠牠兩頷的力量而生活的。運用兩頷必需極強的肌肉，強大的肌肉非附着在有緣嵴的頭蓋骨上，不足以牽引或保持的。男子的肌肉比較女子多，所以男子的下頷和虎的下頷，比較起來雖然很弱，但是他的頭蓋是比女子粗糙。女子的頭蓋比較男子的為輕，光滑而圓。頭蓋也較小，而容較小的腦。但女子的腦和她軀體的大小比較起來，仍然和男子一樣。可知輕視婦女的人，他實在不知道男女的腦髓都是一樣大小——也許竟因為這輩人自己的腦所學太少的緣故。

顏面各骨中最重要的是保容齒牙的頷骨，這我們已經略為講過些了；現在我們再講四肢骨。我們已經知道，各種脊椎動物的四肢，構造都是相同的，所以單舉出任何脊椎動物的四肢來講，就可以推知其餘的了。只有鎖骨不同之點最大，我們的鎖骨的較大，而在其他運用上肢或前肢的動物都和我們一樣。除了鎖骨的位置在身體表面，而容易因上肢或肩胛的意外的墜落而破裂外，沒有別的話可講了。

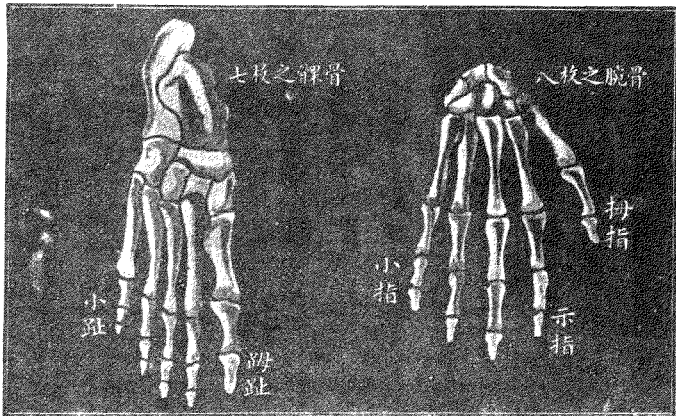
四肢骨骼中最重要的是肩胛骨，在各個人的背部，都可觸着牠的大邊緣。肩胛骨是很扁平的骨，貼附在上

方數肋骨上。牠最要的部分，就是圓形的關節窩，這關節窩，恰好適合於肱骨頭的嵌入。兩者形成所謂杵臼關節，這種杵臼關節在我們的身體上也像各種機器那樣，能行各種方向的運動。當你運動指關節或膝關節的時候，祇能向一二個方向運動；但肩胛關節和股關節，因為都是杵臼關節，所以都能向種種方向運動——這是最有益於我們的。

前臂有二骨；當我們將手掌向上而伸臂時，該二骨是並列的。當我們反轉手背至手掌上時，則外側的骨交叉於內側骨的上部。在肘部，二骨都和肱骨相關連，這是很奇異的關節，惟尚不及與此相當的膝關節的奇異。

現在我們要講那最靈巧的手腕，手腕的八塊小骨，都互成奇妙的關節。手腕之前有五個小而長的骨；其中第一個之前，又有兩個小骨成爲拇指，其餘四個之前，又各有三個小骨而成四個指頭。

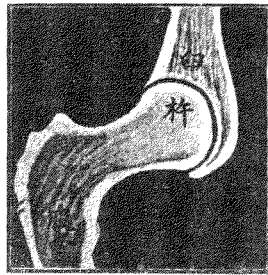
各個人都可以看到他或她自己的拇指較餘四指短一根骨，你也會注意過你的腳趾也是短一根骨嗎？



這是手和足的骨頭，兩者數目是一樣的人類能做出許多詭奇的事，全靠能運用他的指，別的生物就沒有這種特殊的能力了。

在某種動物，牠指或趾是有蹠的，例如鴨等，但是你會注意過我們的手指的一部分也是有蹠的嗎？你試把你的手背面平放，看各指的長徑，再將手的背面向上，再看牠的長徑，你就知道我們的手指在掌側也有些小蹠的。這所以使手掌略為大些，並且能幫助手來阻止物體由指間逸脫。足趾也和手指同，有小蹠在側的。

有一本書，並且是一本名著，專講述關於人手的奇特。現在我們僅能知其大概罷了。拇指能對向其餘的四指，所以拇指是很容易用牠的尖端，來和小指的尖端相接觸。這一點在人類生活上是極重要的。因為拇指能移動至餘四指的對面，則容易把持物體，並且寫字也靠這一點，以及其他有益的事。一切動物，除去和人類最近似的外，拇指不能到四指的對面，竟和我們的大趾差不多，可是在某種動物的大趾卻能到四趾的對面，所以他們攀援時能運用牠足和手一樣。關於肋骨和胸骨，我們都已講過了，現在我們可以講骨骼最後的部分，就是下肢，或叫做腿。



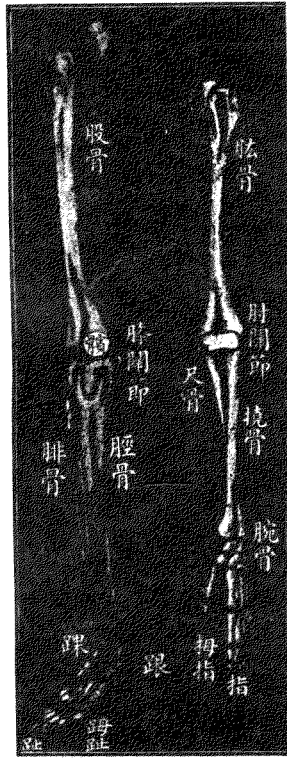
我們運動一個手指，只能向一二方向運動，可是在這股關節這一部分，牠是由奇妙的杵臼關節造成，的，所以能向各方運動。

脊骨和下肢骨之間，也像上肢骨那樣，有一定的骨存在，所以在下肢我們可以見有幾個極有力極重要的骨。這些骨互相堅固連結，而成一種盤狀的骨。因為牠是盤狀，所以稱為「骨盤」Pelvis，骨盤是圍繞脊柱的下部，骨盤的邊緣我們可以在身體的兩側觸着。

足以抵抗一切震動的股關節。在骨盤外面的兩側，他們可以看到一極深並且極強的白窩，以供股骨頭嵌

入 這個關節，比肱關節窩要強許多倍，因為股關節是適於步行的，而牠的力量非常之大。除非牠脫臼，其結合是很緊密的。

股骨和肱骨一致，是身體中最長最大最強的骨，其下端就是膝關節，膝關節是身體中最大最奇異的關節，不幸的，就是膝關節對於直立步行的動物，不十分完全適合，所以是很容易受傷，且容易受疾病。下腿，在膝蓋之



我們的腿和臂是由許多骨頭造成的，在這圖中可以看出他們的形狀以及他們不同的名稱，膝關節是為全身最奇妙的接合，但比別的接合更容易受傷，手骨和腿骨實在極相似的，不過腿骨只多一塊分外髌骨罷了。

下，亦像前臂有二根長骨。但我們並不必定要迴轉我們的下腿，像迴轉前臂那樣；所以下腿二骨之中，祇有一骨和股骨相關節，這一骨就是脛骨。其他一骨，沿着脛骨的外側，是很柔弱的，而牠的上端祇和強大的脛骨上端相連結。你可以在你的腿上，當膝關節的下部，觸着這個外側骨的小頭。

埋在肌肉裏面的腿底例外骨頭 腿有一個例外的骨叫做「髌骨」；我們觀察的時候，若記着那肘部並沒有

什麼例外的骨，便知這是非常奇特了。髓是發生於股骨的強髓中的骨，這些肌肉是牽引脛骨的。當這條肌腱被覆膝關節前面的時候，髓骨就埋沒在其中。足根骨和腕骨不同，並且牠所營的工作也不同；而最可注意的就是跟骨，這個骨當我們起立或是步行的時候，牠就突出。更可注意的事情，就是足根骨作成橋虹狀，所以使步行時起彈動和美態。這個橋虹由腿外側的肌腱來保持的，這肌腱由足踝直下至足根底而牽起足跟，更有一個肌腱由腿內側下至足跟的，其作用也相同。這兩條肌腱在足根底相遇，形成一種鞍，以支持足部的橋虹。倘若肌無力的時候，則肌腱弛緩，而足底就容易變成扁平狀。

跖趾關節以及怎樣因所穿的鞋而致變形 足的骨骼和手的骨骼完全一致的。不過足內有身體中不絕的受壓迫的一個關節——這關節就是跖趾關節。足骨的排列是這樣的，就是足的內緣是直的，在嬰兒時代常是這樣；而跖趾應當尖端向前能於直線上營上下方向的運動。我們穿了不適當的靴鞋，跖趾率為外向，而妨礙這跖趾關節的運動，於是使牠變形。患過痛風病的人，知道其結果——就是這個跖趾關節較身體中其他諸關節尤其容易起疼痛和罹病。這個過失，不在關節，而在我們自己呀。

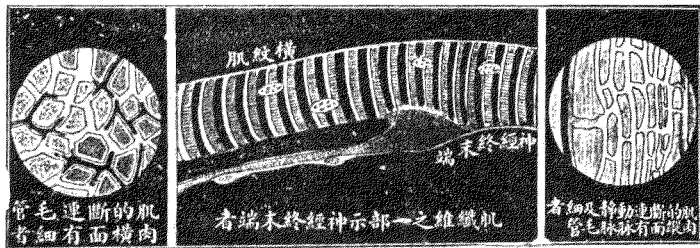
我們的肌肉和牠的管理者

關於骨和骨骼的構成，我們已經講過的了。我們還知道，就是在二骨間的關節差不多都是要使骨能互相運動。我們再想一想，便知道我們在世界所能做的事體，就是搬動物體；要搬動物體，須得運動我們的身體，譬

如我運用我的手來寫字就是。但是有一個問題，骨是怎樣在關節部的運動，這時候若我們拿一個人的骨骼圖，同一個人的僅剝離皮膚的圖來比較，我們立刻就能看出，骨骼差不多全被肉包圍着。

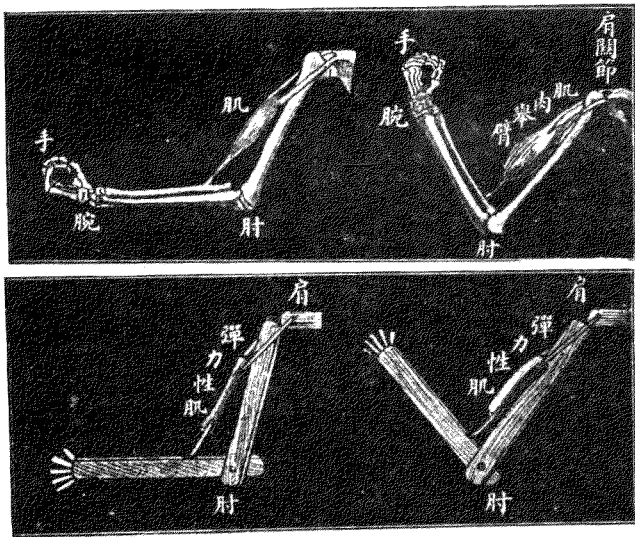
有些部分骨是沒有肉包圍的；例如指節面和脛骨外側，我們若用手放在這些部分上面，我們就可以感覺骨就在皮膚的直下，因為這些部分，沒有肉存在，和身體其他沒有肉存在的部分一般。但若我們僅拿骨骼和附有肌肉的骨骼來比較，我們知道肌肉造成身體的大部分。例如單拿一根股骨和完全被以肌肉的股相比較，就能明瞭。

我們可以說，正因為身體容有一骨系統，所以也容有一肌肉系統；並且我們知道，身體若無肌肉，全身就沒有用處，因為身體一切動作，都靠肌肉成就的。身體的生命，也靠若干肌肉維持的；例如呼吸作用，不論你我以及世界上人類，是一刻不能停止的，而這呼吸作用，就靠司呼吸的肌肉運動而成。在我們要有正確的觀念，就是肌肉究竟是什麼？肌肉因為牠所營的工作不同，而形狀當然各異。有的肌肉是扁平菲薄的，有的是長而狹的，以及其他種種形狀。惟普通肌肉，終於一種索帶，而行向該肌所牽引的骨而很堅固的附着在這骨上。你若觀察你自己手腕的前面，或者你接觸你膝的後面，不論內側或外側，你可以察覺這些堅強的索帶。這種索帶的專名叫做



【腱】Tendons or sinews。腱是肌肉的一部分，和那連結關節的韌帶 Ligaments 完全不同。在本頁圖中，我們見一條肌肉有一「體」Body，體是紅色的肉，即一條肌肉的生活部分，更由一淡白色的腱，肌肉即由此附着於骨上。這圖表示臂的雙頭肌 Biceps muscle，這個名稱，因為牠有兩個頭（或稱起始點）；這兩頭結合而成體，於是成一腱而附着於前臂二骨中之一，如圖中所示。

運動我們臂膊的大肌肉和他們怎樣得到能力。當雙頭肌或其他任何肌肉收縮或動作的時候，其肉質部分縮小且膨隆，而使肌肉的兩端互接近。大家知道當屈肘的時候，這雙頭肌體怎樣膨隆；因為這是舉臂肌中的大肌肉。當肌肉收縮而搬動物體的時候，牠營工作而消耗能力。我們現在一定要探求能力的來源，因為我們確實明瞭肌肉自己不會產生能力的。



在上圖中可看出我們的雙頭肌怎樣膨隆而使手臂舉起。肌肉好像有彈性的東西一般，牠的動作可用下圖來說明。這圖是木做的模型手臂，那有彈性的東西，就是代表肌肉的。

一切肌肉，都豐富的用血液來供給。並且血液助肌肉呈紅色——但肌肉自己更有其特有的紅色素，這種紅色素，是血液中所無的。血液就以能力供給肌肉，這種能力，當肌肉動作時表現出來。可燃燒的食物，由血液運輸到肌肉內，尤其是肌肉主要食物的糖類。食物輸送到肌肉以後，更受那血液所送來的養燃燒。這種燃燒作用，有兩個結果，其中一個是很容易明瞭的，還有一個沒有人能明瞭的。第一個結果，就是產生溫熱。所以凡由肌肉裏回來的血液，總比流到肌肉內去的血液熱些。由此我們可以明白，為什麼當我們急跑或跳躍，能使我們熱暖。

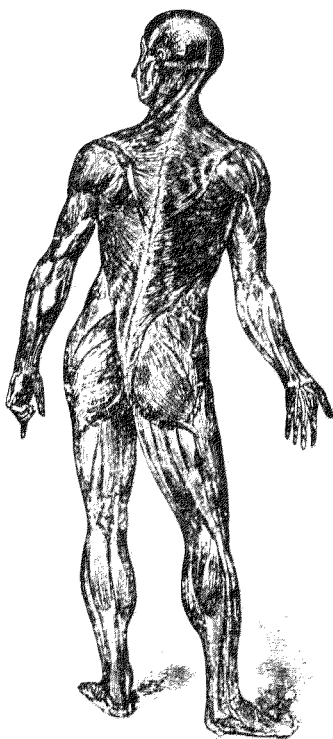
數百萬部分造成的生活機械 在肌肉中燃燒第二個結果，照我們剛纔所學的就是肌肉的短縮；但是牠怎樣能瞬間收縮，瞬間又還原，這是沒有人能夠猜想得到的。肌肉就是一個生活的機械，無論什麼機械都把供給牠的能力的一部分變而為熱；並不是把全部的能力都成工作的。凡工作多而產熱少的機械，是好的機械，因為我們要的是工作，並不是要熱。由此點而論，肌肉是比人造的任何機械好；因為肌肉產生的熱，是牠所需要的，不像機械產生的熱那樣無用，並且適當營養的肌肉，永不會瘦削的。

當我們檢查的時候——不僅檢查肌肉的腱，並且檢查牠的紅色肉部——我們見牠包含有數百萬的生活細胞，這些細胞是生成為狹的纖維狀或絲狀，並且各細胞互相聚和，成為美麗的肌束。肌肉收縮作用的神祕，存在肌肉細胞內的原漿內面。關於原漿的事體，我們已經在本書開端時記述過了。骨骼肌，例如雙頭肌，和那被覆於胃的肌肉不同。第一種受意志所支配的，在顯微鏡下看起來見有微小的橫紋；其他一種和意志無關，便沒

有這種橫紋。這兩種肌肉，因為正相反，所以一種叫做『隨意肌』或『橫紋肌』Voluntary or striped 一種叫做『不隨意肌』或『平滑肌』Involuntary or unstriped。

生命的力量那是比肌肉的力量重要的多。我們從肌肉細胞可以觀察肌肉發育的狀況，這種肌細胞起初是小而圓形的細胞。當肌肉因練習運動而發育的時候，肌肉內有一定細胞是發育的，但是這種細胞，若不借運

運動身體的肌肉



我們的骨骼差不多都有肉附着的，這肉就叫做肌肉，牠能使我們運動或工作，肌肉不是都相同的，有些是細而扁的，有些是長而狹的，有些是粗的，好像有彈性的帶一般，其實牠們都是由幾百萬微小的生活細胞所造成，這細胞先生成細線，然後聚成肌束，另由腱附生在骨上。

動，是絕不會發育成爲肌纖維的。當所有的肌細胞，完全皆發育以後，肌肉就不能再發育增大了。各人所有能因運動而成肌纖維的細胞的數目，大不相同。一個人決沒有這種思想，以爲能自然的比那些一生費大部分時間練習體操人的身體，還要強壯二三倍。

肌肉系統的大小，有時算是重要的事情，譬如做勞力的工作時，像提舉箱篋等；但此外是並無重要的地方。就是說和生活力無關係的。但是人們往往把肌力與生活力混淆。普通婦女的肌肋比男子更小，可是他們有很大的生活力。婦女的生命平均較長，他們能够耐得住失血，能耐寒暑飢餓，並且對於毒物的抵抗力較強，例如男子服一定量的毒必死，而女子可不致死。征服世界的人，生活在世界上，不是仗着力量來征服的，是賴智巧來征服的。

我們應當要保持肌肉的健康，這是十分對的，但是我們一定要先明瞭肌肉是什麼？肌肉就是執行我們所欲爲的工具。肌肉的本體不過就是一羣的肉，因他們的體積增大，則對於我們愈有用，他們的體積增大，則需要食物愈多，而從肌肉注入血中的廢物量也愈大。所以消耗的物質——生命上消耗和金錢上消耗——是維持肌肉的糧食。我們要保護肌肉惟一的原因，就是要使他們能做工作，而成爲我們的意志和目的上的工具。他能這樣纔得謂爲滿足。不過有許多人說我們生活最大的目的是要有實質的操練，而使我們的肌肉充分的發育增大，因此這許多人總是希望人每天早晨要用繩子操練，要用滑車操練，並且每天早晨在寢室的門前行種種健身的操作，更做舉重抽拔膠皮帶等運動。其實動物是仗着心思智巧來生活的，所謂需要強大的肌肉，是不合理的。

我們若要知道我們的肌肉固有的保護是怎樣，我們一定要回來研究牠對於身體的作用，並且考查出我們的肌肉，當牠執行我們命令的時候，究竟起什麼現象。我們體內所有的肌肉上，至少可見有一個圓形帶白色的

索條通過，這索條叫做『神經』。神經之中，有一條是經過近肘部的後面，在皮膚和硬骨之間下行，分布於前臂諸肌肉。設若我們要碰着這條神經，牠就使我們不舒適了，而俗名稱爲『痠筋』。其實牠不是筋，牠實在是一條神經，這條神經我們把牠叫做『混合神經』。因爲其中有神經纖維分布到肌肉，而使肌肉運動。更有由皮膚傳達到腦的知覺的神經纖維，因爲牠有兩種神經纖維，所以稱之爲混合神經。這兩種神經纖維，即所謂運動神經纖維和知覺神經纖維。人人都知道，就是手指的皮膚有痠筋分出的神經分布的，因爲當我們碰觸到這條痠筋時，我們的小指和環指的近小指側發生震動。

我們一定要觀察有運動纖維的神經；尤要知道的，就是我們說各條肌肉都有運動神經纖維分布是什麼意思。譬如一條肌肉的運動神經受了意外割斷了；或者是因爲用了多量的酒精，鉛，砒素等，而神經纖維中毒或死滅，像割斷了一樣，那麼肌肉要受影響了。這時候有兩個結果，第一就是肌肉不能運用，這是神經麻痺了，但是依然存在着，所以我們還是要設法來應用牠。因爲這運動神經，是運動肌肉的，並且是肌肉的管理者。

做神經的僕役的肌肉 第二個結果也是很有趣味的。就是肌肉因此開始消瘦而成爲柔軟，弛緩，而且縮小。由此我們知道，那運動神經不僅是肌肉的管理者，並且是保護肌肉者。有某種影響——這種影響我們除了以爲牠是某種神經流之外，再也說不出是什麼了——沿着運動神經下行而到牠所分布的肌肉上，以保持肌肉的健康。

所以肌肉是神經的僕役；我們用一個特別的方法，來解釋肌肉這事是很好的，我想我們是應當學的。器官

Organ 這個名字意思就是工具 Instrument。我們說眼或耳是眼神經或耳神經的終末器官，正像家裏用的電話，可以說是電線的終末器官。現在一般研究這種科學的人，告訴我們說，我們應當把肌肉看做運動神經的終末器官，這個器官就是執行牠所受命令的工具。無論男女——這些人他或者是管理學校的，或者是管理軍人的，無論如何，對於人的生命是要負責任，並且要指導別人的——若能知道肌肉就是神經的僕役，我們立刻就懂得怎樣能使一切人都能到極康健的地步，並且是人類中的最有用的人了。

肌肉的主人受傷之後肌肉便怎樣殘廢 取一隻蛙殺死之後，從牠的腿上取下腓骨肌和管理牠的神經，那是很容易的。肌肉及神經取下之後，浸在一個容少量鹽水的器皿中，若這個器皿能保持在一定溫度，這肌肉和神經能長時間生活着。像這樣的裝置叫做『神經肌肉的裝置』，不過這個事情是不容易做的，你必定要費幾個月功夫纔行。於是你若用鑷撮這條肌肉或放些化學物質在上面，或通以電流等，都沒有什麼現象，可是你若把這些東西放在神經上面，只要是肌肉和神經生活着，那肌肉便起收縮了。肌肉僅服從牠的主人的命令。因此我們又可以知道疲勞是怎麼一回事，疲勞並非全是肌肉的問題，卻是肌肉的主人，就是神經的問題。現在我們必定要知道神經是從什麼地方來的。

神經是一條纖維，或數條纖維，從一個神經細胞，或許多神經細胞分布出來的。牠不過是交通的道路。牠並無什麼事情發出，和肌肉一樣。肌肉的真正主人是腦內或脊髓內的神經細胞。因為身體裏的各條肌肉，都適應於腦的下部，或脊髓裏的神經細胞羣。若某種東西使神經細胞受了損傷，那末肌肉便起麻痺而殘廢。總

之，肌肉是神經細胞的僕役，而神經是傳達命令於肌肉的。

教育怎樣能幫助我們管理肌肉 明白了肌肉和神經的關係，就可以引導我們到極大的一點。我們需要的是什麼，有肌肉的一切動物需要的是什麼，需要的不過是做些事體，來成就一個目的。我們關於各個單獨的肌肉是不注意的，並且我們從來就沒有下命令到一個單獨的肌肉上面過。爲什麼沒有一種動物，沒有一個兒童，或極少數的成人懂得關於肌肉的事情，但是他們都同樣能做一切事體！在腦的最高部分，發生的意志，沒有肌肉由神經細胞所代表的。在腦內的神經細胞羣是代表一羣肌肉的，不僅是代表一個肌肉；或者我們可以說代表目的，因爲一羣的肌肉各有一個目的。當我們做每種運動時，都是許多肌肉來運動的，除非像我們有時在床上，腿肌搖蕩是例外的。

兒童的教育，一半在乎變化兒童時代的愚蠢，成爲智巧的男子或女子；操練他的肌肉——不是要他發育得大——是要他肌羣動作，而成爲各種目的的工具。爲什麼有許多的時候，我們要教導兒童許多的遊戲和競技，就因爲照自然的現象，若一個人想要成就成年後事業的目的，必定要在幼年時有遊玩的目的。

食物和牠的用處

我們已經知道，肌肉是把燃料變成工作的爐灶，通常在肌肉內燃燒的是食物。我們每天消費的食物，其大部分是爲肌肉所使用的，包括心臟的肌肉，營呼吸作用的肌肉，司運動的肌肉，以及腿臂的肌肉等都是。此外我

們對於那體內攝取食物，而變化為有用的部分，送到血液內，更由血液輸送到身體各部的機械作用也已經講過。現在我們必定要繼續研究食物由什麼造成的；並且為什麼麵包能為極好的食品，和煤炭為什麼不能當做食物；以及我們怎樣可以指導我們選擇食物。

第一層，因為身體像一個火爐，和一種機械，能由燃料而產生力量和工作所以必定要有一定的東西供給牠燃燒，並且充分的供給。所供給的燃料，並不是在外界用火燄或放入火爐裏的能燃燒的物質，卻是一定要能在體內當體溫的熱度能燃燒的物質——這體溫的熱度比較火燄要低得多。現在譬如說木炭是能燃燒的，但是薪炭所以能燃燒，不是牠的原素和養氣化合，乃是能攝取多量的養氣而燃燒的。木炭在人體的溫度，不會燃燒的，薪炭燃燒需極高的溫度。所以牠雖能做火爐的燃料，不能作人體的燃料，即食物。煤也是和木炭一樣。煤含有大量的炭素，而我們的身體每天要燃燒大量的炭素；但是煤這種東西，不能在人體的那麼低的溫度燃燒。我們即使能吃煤粉，能吃煤餅，但其中沒有一個炭原子能在我們的體內和養化合的。這種東西，也許能當作藥物，但並不是食品呀。

現在我們知道身體是需要炭素來燃燒的，並且我們還觀察出來，怎樣來供給身體所需要的炭素。我們知道木，煤，木炭，是沒有用的。我們必定要來試用幾種炭素的複合物，這種複合物含的養要少些，使其中的炭原子不完全結合。例如炭酸氣是不合用的，因為牠是已經燃燒完了的。有一種最便宜的炭素複合物，就是澱粉，是適於人體所需要的。我們想像澱粉，好像是漿衣服用的一類東西，但是牠是人類的最重要食品。

世界上的生物是合爲一體的，就是動物要依賴植物來生活，植物要依賴動物來生活，我們知道凡是植物的綠葉，只要是日光照射的時候，不論葉的那一部分都是製造澱粉，這時候我們希望澱粉是一種有用的東西。

你若在早晨太陽沒有出來的時候，取一張樹葉，用一對扁平軟木栓，把葉子夾起一小部分，仍然使牠晒在日光裏面，等到晚上太陽落下的時候，你把木栓放開，把葉子放在酒精裏面洗，再加上一些碘，那葉子除了軟木栓的地方以外，全都變藍色，只有夾軟木栓的那部分是白色。其原因是因爲葉子在這一天的之中，都藉日光的力製造澱粉，惟獨夾木栓的地方，因爲牠阻止日光的照射，所以牠不能製造澱粉。用酒精洗的原故，就是因爲要除去葉中的葉綠素，加以碘，即是試驗澱粉的有無，若加碘能將葉變藍，即有澱粉存在的證明。

我們現在雖談論食物，但是這個試驗是很有記載的價值的，因爲這個試驗，不單是證明澱粉的存在與否，並且由這個試驗，可以測量樹葉能造澱粉的多少。

時常替我們工作的綠葉 我們知道我們一天需要多少澱粉，所以就可以說，一天須要有多少葉子來爲我們人類工作——下等動物不算在內。大約一平方碼面積的葉子，一小時間可產生十五釐重的澱粉。設若你和我要把明天一天的糧食，都得到我們各人就須要有五百方碼面積的葉子工作一小時，或者說需要有一百平方碼面積的葉子，工作五小時，有這們許多葉子，工作那們長的時間，所造出來的糧食，纔够我們一個人一天的用。以上所說的是一個平均數。確實的計算，又因照射在葉上的日光的強弱，我們一天作工的多少和我們身體的容量等而有變化。遇着照射葉子的日光微弱，那一人一天所需要的一定不但這是足以使我們知道我們自

己每天所依賴爲生活的那麼多的葉子，這種葉子是變化日光的能力，成爲一種我們能用的東西。

但是我們若把澱粉放在體外，在空氣裏，牠熱到人體血溫程度，我們並不見牠燃燒。其他就是糖，麵包，肉等，雖在完全不含水分的時候，都是一樣的。然而以上所述的那些東西，都能在體內燃燒，因爲這樣，所以當作食物。

我們知道體內有一種力量，能使物體在體溫的時候燃燒，可是不能在體外於同等的溫度燃燒。做這事情的，是由於血液中，以及各生活細胞中，都存在有一種化學物質，即所謂「酵素作用」。

至於我們所想到的，食物不過供我們身體機械——肌肉——的燃料，以備工作之用。但是食物更有其他的用途，而我們又除了這些單純燃料之外，還需要吃別種食物。

供我們體內爐灶用的食物 其他種類的食物，我們一定是要研究的，不過我們所以開始便研究燃燒食物的緣故，是因爲我們食物中的大部分，是供燃料所需的；並且因爲我們關於食物用途的知識當作燃料的，比其他的用途爲多。我們一定要追憶從前講過的，關於肌肉收縮的事情。人體的爐灶，不單是求其產生工作，並且還要產生溫熱。就是由我們全體肌肉的工作，完全仗着食物的燃燒作用，並且我們全身的熱，不論能見的，或不能見的，都由食物的燃燒而發生。就因爲這兩種需要而要求大量的燃料，並且因此而要常常供給，以營新陳代謝。若沒有燃料，我們的體溫便很快的降低了。

我們通常可以注意食物，除了燃燒作用以外，還可以見有其他目的。試思我們的身體，每天由外界所攝取的是些什麼？我們須要注意的，就是我們怎樣可以有這種習慣，就是一看着什麼東西就知道牠是食物不是食

物。

空氣像食物的價值和我們應當怎樣的需要。我們身體每天由外界所攝取的東西是空氣，水，光線，鹽類，燃料的食物，蛋白質。

(一) 空氣——我們通常不把空氣作食品的設想，其實空氣也可以叫做食物的，可是我們所謂炭素食物是沒有什麼理由的，不過與養氣化合的炭氣稱爲食物是可以的。其實正當所謂食物的意義，必定要包括空氣——尤其是養氣——在內。在我們體內，是不絕的應用空氣，而新空氣的供給是永遠必需的。因爲牠是有價值的食物，所以是不能缺乏的，缺乏了也會感飢的；並且有幾種病，若是有充足的養氣能輸入血液裏，可以保持患者的空氣缺乏。人們對於食物是很講究的，可是他們對於空氣這種食物的清潔卻毫不講求，這也非常可憐，並且能使他人無辜受累。

所有的生命都一定要生活於流動的水內。(二) 水——我們身體每天攝取的第二種東西，就是水。我們往往不以爲水是一種食物；但這是錯誤的。我們身體極大的部分是含有水的；水是一種特須注意的東西，就是一棵大橡樹，或是一個小微體，也和我們人一樣，總之，凡是生命，一定是要有水的循環不息，一切生物不單是都生活於水，並且必定要靠著流動的水而生活的。任何一種生物，除非已是死了當然常要排出水分來。自然界中的現象再沒有比排出水分——呼吸作用的一種——那麼奇妙了，植物由葉排出水分，這些水分是牠的根從土內吸收，而輸送到葉子裏來的。但是我們人自己也是這樣進行。平均每一個人一天由皮膚，肺臟，腎臟的作用，

而損失的水分約有六磅。他們每天也一定要有同樣多的水分，攝取到體內，所以水是非常必需的，可以說沒有再重要的食物了。

水的最大需要同乾渴的可怕 我們可以從斷食人所做的極不快的事情上學到許多教訓。人若能貯積他所需要的東西在他的體內，那麼一時他能不需新供給而生活。我們不能貯積養氣在體內過幾分鐘。但是我們卻能以貯積當做燃料一類的食物很多，並且貯積很長時間——尤以脂肪為更易。一個人能四十天不吃東西，就是因為在這四十天之內，消耗牠身體所積的脂肪的緣故。但是沒有人能貯積水在他的體內，所以就是斷食的人，雖然不吃東西，可是當他要飲水的時候，亦得要給他水喝，和需要養氣一樣。所以斷食的人，也和普通人一樣的需要新鮮水的供給，並不是例外的，有了新鮮水不斷的供給，就可以保持水流，那時身體各部都能保持生活。

在這一點，我們可以明瞭口渴是多少可怕，並且知道為什麼生活的動物，當牠乾渴的時候，若不能得到水，牠就連最可怕的東西也要渴，這就是因為渴的太難受了。我們也知道，為什麼一個人一時無水，像破船時的水手那樣，就要癲狂起來。小孩子生長很快，因為他天然的非常活潑，不像成人那樣。他們常常需要水的供給，倘若不能繼續供給的時候，他就感受非常痛苦。

保持我們生活的水光線和鹽類的力量 世界上的事體，罕有再比禁止小孩喝水，或當小孩渴的時候，叫他念書的事情殘忍的了。小孩的腦，倘若血液不輸入充足的水分，不能夠有正當的動作。醫生近來也知道患熱

病的小兒需要水很多，這是天然的定例，應當服從這條定例呀。

有些書裏把水不算在食物內，說是因為水不能燃燒——就是水是已經燃燒完了的東西——並且因為水不能構成身體的組織或原料的緣故。但不知道一切生活的組織，他的構成和生活，全都靠着水，並且這個水是永遠沒有停滯的時候。我們應當把水當作食物中最要緊的纔對。

(三)光線——還有一種東西每天進入到我們身體裏的，就是光線。現在我們所要講的光線，不是僅僅照射在我們的眼和皮膚上可見到的光線，並且也包括那不能見到的，從日光和空氣原子所輻射的光線能夠照射到我們身體裏的都在內。光線各有能力和精力；他們能進入我們的身體裏；並且我們知道我們一點也不會損失的。對於光線必起的幾種現象，和光線進入身體裏的事實，也和空氣、水、麵包一樣，我們是不能忘記的。不過這個問題，到現在還沒有十分研空明白。

(四)鹽類——鹽雖然不供給體力，也不是可燃燒的，也不是構成組織的物質，但因我們非吃牠不可，所以也可以稱為食品。有幾種鹽對於生命是絕對必要的，牠經過身體而排泄是很快的，所以常常須要有新的鹽來供給。鹽在體內的用途，現在我們還未十分明瞭，惟已知幾個用處。有幾種鹽是需要的，但常用的祇有一種——食鹽，或氯化鈉——確是我們加到食物裏的。其他數種都是仗着食物中天然含有的來供給。譬如我們需要的石灰鹽類，在乳中的確比石灰水中的多。植物中菜蔬和果實均有很大的價值，因為牠含鹽類。譬如我們煮白菜的時候，牠的有價值成分（就是牠所含的鹽類），溶於水中，可是我們往往把這種水拋棄，豈不可惜。肉類像

牛肉，羊肉，豬肉，也含有多量鹽類；但我們的食物中，以果實所含的鹽分爲最好。

鹽的功用和我們生命上所處的地位 我們普通每把食鹽當作食物的調味品，如芥末，胡椒等看待。其實芥末胡椒固然不是食物，可是鹽是生命上所需要的。鹽在體內不僅是血液和組織需要有許多用處，我們在還不甚明瞭，並且是胃的一種重要分泌物的來源，若是沒有食鹽，我們食物的消化就很困難。我們若記到食鹽是氯化鈉，我們立刻可以明瞭，鹽是鹽酸的來源，就是當我們每次吃飯以後二十分鐘或半小時，從胃壁細胞分泌出來，流到胃內鹽酸的來源。

設若一個動物，或一個人的身體燃燒之後，我們知道剩下一些灰；而這灰分，就由存在於體內，不能燃燒的鹽類而成。其中最重要的，就是石灰鹽類，這種鹽類是給骨骼和牙齒以強力的。骨頭若浸在一種酸類中而把骨內所含的鹽類溶出，那骨頭就變成非常柔軟，彷彿像線而能打一個結。所以這些酸類，兒童在造齒牙和骨質時食物的更重要的部分。此外如鐵鹽，也是血液所需要的，在乳汁裏有很充分持續的供給，是很容易證明的。

做成我們食物的主要部分的三種營養品 (五) 燃燒的食物——現在我們來研究這些食物，就是做成我們食料的大部分，而能燃燒的食物。共計有三種，就是碳水化合物，脂肪，和蛋白質。『碳水化合物』一名詞，是科學家定的，因爲這類東西含有炭與氫氧化合而成。脂肪和蛋白質都是極重要的化合物，含有炭，氫，氧，氮，硫，一切動植物中都含有的。這三種營養品中，前二者——碳水化合物和脂肪——是完全爲燃料，沒有別的作用；他們都是在體內燃燒的，造熱和力。脂肪可以大量貯蓄在體內，而我們的身體，對於炭水化合物或蛋白質，當需要貯蓄脂肪的

時候都變爲脂肪；又當我們食物過多的時候，炭水化物和蛋白質也變爲脂肪。但身體不能貯蓄炭水化物和蛋白質。這正和植物區別的地方，因爲植物能够貯蓄炭水化物——澱粉。蜜蜂從糖製成的蠟，是一種炭水化物。

——糖——轉變爲脂肪的例子。

給我們熱和力的燃料食物

我們所吃的脂肪，大多數從動物得來的，像肉的脂肪，卵黃的脂肪，以及乳汁，乳

酪及乳脂裏的脂肪。

這些食物比較植物性食物要貴些，然而植物界供給我們食大部分的炭水化物——糖和

澱粉。

至於體內的燃料，或是由脂肪供給，或是由炭水化物供給，對於身體似乎沒有什麼關係；但是用含水炭素

來供給，若不是用澱粉，而用糖的時候，除了比脂肪便宜而外，對於我們身體的利益亦較多，因爲糖容易消化。造

物對於小兒是很愛護的；然而小兒應攝取的脂肪比尋常設想的量要多。惟脂肪中最好適於小兒的種類是乳

酪。純粹的燃料食物，如糖，澱粉，脂肪等，是和我們已經研究過的東西，如空氣，水，鹽類不同。純粹的燃料食物，對

於我們的生命，可以說是不需要的，因爲我們就是一點不用牠，我們也可以生活。這因爲我們可能燃燒蛋白質

的食物，來替代燃料食物。燃料的食物，固然我們要有許多種類。可是祇用蛋白質來做燃料食物，而拋棄脂肪

和炭水化物的，又未免太愚了。第一層因爲蛋白質很貴，第二層蛋白質須費不少的消化作用，第三層當蛋白質

當做燃料的食物，的時候，牠不像炭水化物和脂肪那樣完全燃燒成爲水和炭酸，並且牠日久還要產生對於身體

不利的許多物質。到了一定的時候，牠就毒害身體使身體衰老；這就是那吃蛋白爲生活的食物，而不吃自然平

均分配各種營養品的人，所起的現象。

消耗我們身體的食物和再造我們身體的食物 糖是最好的燃料食物，因為牠能直接發生效力，並且容易消化。為什麼兒童總是非常活潑，並且雖然體積很小，而特別需要產熱的食物，是因為他們天然喜歡吃糖和甜的東西。設若一個兒童，他要吃許多的糖，就吃許多的糖，而吃那許多的糖不會害病，這就是因為糖容易消化的原故，但是有些兒童，想多吃些糖，把牠儲蓄起來，是做不到的。

要知道碳水化合物和脂肪，我們若沒有了牠也能生活的，所以我們要進一步，來講那絕不能缺乏的食物，不過雖說碳水化合物和脂肪，可以缺乏的，但他們是最有用而且最有價值的；有的時候，我們吃的比我們真正需要的多些，也沒有什麼害處，比較我們多吃蛋白質的害處小。

(六)蛋白質——蛋白質是我們所需要的營養品中最後的一種，因為牠有幾處特別的要點，所以牠的價值超越其他一切食物，比其他一切食物更重要。我們在上面已經記述那身體似一種需要燃料的機械。但身體是生活的機械，牠自己天天能燃燒消耗的。並且只要牠活着，牠能持續工作，因為牠要自己消耗，所以一定要有食品的供給，來補償牠的損失；而能供這個目的的唯一食物，就是蛋白質。

一切生物修補牠的身體所需的食物 一切生物需要蛋白質的供給來補償牠的損失；但祇有一種生物，牠體內含有葉綠素，自己可以製造蛋白質。其他一切生物，包括體內沒有葉綠素的，菌蕈類植物，以及一切動物和人類，一定要有現成的蛋白質供給他們。蛋白質的種類很多，但是大多數的蛋白質，不論是從動物界來的，或從植物界來的，差不多都是我們的適宜食品。我們吃了以後，經過一度的消化，可以變成特種的蛋白質，這種蛋白

質，見於我們的血液中。

無論如何的富人，也需要水，鹽，澱粉，糖，和脂肪的供給，他又不能離蛋白質而生活的。但是我們應當明瞭蛋白質的需要，不是當作燃料——因為糖和澱粉是最好的燃料——卻是修補身體的消耗之用。蛋白質在必要時也能當作燃料，所以我們雖無碳水化合物和脂肪時，也能生活的。有許多人，往往攝取過多的蛋白質食物，尤其是肉類，他們只圖一時的快樂，但是不知道後來的結果。

毒物怎樣因過食而進入我們的身體 若糖，澱粉，和脂肪，攝取過多他們都能像脂肪那樣積蓄起來。但蛋白質就不這樣，牠是不能積蓄的。我們吃的蛋白質，除了需要的應用而外，其餘的便分解排出，這是現今大多數人們日常生活上必起的現象。不幸，那在體內分解的蛋白質，難以處理排出的事情，因為蛋白質是極複雜的混合物，牠分解後的產物，是稍微有毒性的。設若他們在體內繼續產出這種毒物，便漸漸損傷血管，以及身體中關於排出這些東西的各部分。這是極重要的事情，因此可以明白，為什麼儘管多吃能使身體發生極惡的結果。

我們所需食物的分量和我們所穿的衣服 我們當然應當知道這些東西，我們的食物內每天需要多少。按照許多情形，那幾種是需要很多的。第一層有些人所用的食物一定比別人特別的節儉，而他們卻能做多數工作，其他的人工作減少一半卻要吃得多。這個是天然的區別，不能解釋的。惟身體的大小，和他攝食多少的關係，是很明顯的。日本人種，身體較小，他們能長時吃很少的東西。當日俄戰爭的時候，日本所以得最大勝利的一種原因，是因為他們的兵只要極少的食物，而俄國兵吃大量食物的緣故。

氣候和衣服的多少，也有關係於我們所需食物的分量。在溫暖空氣中，體溫慢慢的消失，所以我們需要燃料較少。又我們的食慾，在熱氣候時，自然減弱。若我們在這時候，還要來用美味來欺哄食慾，真是太愚了。在極冷的氣候時，必需大量的產熱食物。所以依士企摩 Eskimo 人都靠鯨脂而生活的。此外有許多別的事情也是一樣，穿衣服太多，需要的食物就可以少些。

一個人所吃食物的重量怎樣關係於他的工作 肌肉的工作，大有關係於我們所需食物的量。這事我們知道，一定要這樣的。真正肌肉的極勞苦工作的人，牠的食慾一定很好。因為一定要有充分的燃料，供給肌肉的機械。而用腦的人和所需食物的多少，是沒有什麼關係的。

（就以上各方面看來，食物（碳水化合物和脂肪）一定要因熱和工作量而不同。而蛋白質攝取的多少，和環境是沒有多大關係。下面是關於所需食物量的指數。譬如一個兵，留守的時候，每天只許吃一磅麵包和四分之三磅的肉，加些鹽等一同吃。當他從軍的時候，他燃燒不少燃料，所以要許他吃一又四分之一磅的麵包和一磅的肉。這些重量中，當然含有大量的水分；而我們的食品中，普通不僅天然含大量的水分，並且含有不能消化的廢物。所以我們記的每天每人所吃食物的重量的指數，和生活上所需真正營養素的重量是不同的。

供一個人吃的食物，平均是要六磅的水，一兩鹽類，十五兩糖或澱粉，三兩脂肪；至於蛋白質則二兩已經很够，然在二十年前，所定的指數比這數目遙多。食物中只有蛋白質的分量，對於勞苦工作，作者一定要增加，而若整天沒有事情做的人，其食物分量必減少很多。

爲什麼兒童比成人需要的食物較多，以上所定的食物分量，當然是要以個人的大小爲比例的；但是一個身體較小的人，比一個同樣重的兒童吃的食物較少。換一句話說，就是兒童所需的食物量，很超出他身體的重量比例；因爲成人祇用食物來維持生活，而他們還要他們的身體增長發育的緣故。所以童子非但需要大量的食物供給，和他們的體重恰成比例，並且還需要特別大量的蛋白質，因爲我們知道只有蛋白質確能造新組織的。當我們將要研究這最重要的食物的時候，我們便可知，造物者怎樣注意供給蛋白質預備爲幼年人，和屬於哺乳類一切小動物的食物，兒童還有一種特別的需要，供骨骼和牙齒的構成之用，就是石灰質；所以我們見乳汁中含石灰很多，而我們更應當給兒童許多富含石灰的食物，像卵和燕麥粉等。

造物的奇異食物

造物也選出爲食物的，祇有一種。那生長出來的麥，在牠的種子裏產生食素，這種食素本來並不是供人們的小孩吃的，是專爲麥自己遺種的。又如那魚，羊，小雞，和雞卵等的生存，一部分是爲牠自己生活，一部分是爲牠得種用的，也不是供人們吃的。所以從前人的思想，以爲那些東西都是爲我們來產生的，其實這些思想是錯的。除了我們人類以外，宇宙間一切生物，都是爲自己生命來生活的，不是爲其他生物來做食物的。自然界祇有一種東西是預備供人們作食物而存在的。

我們可以用合理的方法觀察這種生來供食用的物質，是難咀嚼的，是要含有生命所需要的各種成分，並且

牠所含成分的分量，恰好相當於需要的。但是這種食物是什麼呢？那就是我們所知道的各種哺乳動物的乳汁。在各種小動物所需要彼此都不相同。不論是一個小鯨魚，或是一個小羚羊，或是一個小兒，他們所以不同的緣故，是因為生活於不同的環境和不同的溫度；而他們發育的快慢也不同，因此乳汁要各各適合於每種動物的需要。不單是這樣，乳汁更依各小動物發育的順序，就是各星期和各月份都不相同的。

一切生物的需要，實在都是相同的。各種乳汁都含有蛋白質，糖，脂肪，和各種鹽類；但所含各種成分的比例是不同的。現在我們所研究的是牛乳，只因為牠是我們日常所喝的；而我們雖說牠是完全的營養品，但是我們要知道各種乳汁僅對於產生這乳的某種動物的完全營養品。牛乳是為犢牛而生的，對於犢牛是一種完全的食品；但是對於人類的嬰兒，或對於長大的成人，以及大牛都不適用的。但是這種事實，對於我們成人便無足重輕，就是人喝的牛乳是稀薄的，是適宜混合大量水分的。但沒有人能再找出別種營養品，像牛乳一樣，為成人的完美營養品了，人類可以靠牛乳而生活，並且在重病以後，只用牛乳就能恢復健康。乳和牠的製作物，就中尤如乳酪，是小兒營養品中最要的原料，沒有一個嬰兒，能沒有乳而生活的，這是當然的事情；並且在嬰孩時代所需要的，和長大以後所需要的，其變動不像我們理想上那麼快的。由食物的硬度和固性而辨別食物的價值，再沒有比這事錯誤的了。譬如石膏是固體的，而牛乳是流動的；但牛乳是營養品，而石膏決不是食物。我們往往因為乳汁是液體，所以估輕牠的價值，譬如一塊糖溶在一杯茶中的時候，我們不能說牠沒有。我們很知道糖是在茶中而我們能喝人的。所以乳汁實在是由許多種像糖那樣固體而成，而和水適宜配合成爲液體罷了。乳汁一

經嚥下，立刻變成固體，或者說是凝固起來。這是由胃的發酵作用所致。我們臨時可以試驗，用一些凝乳酵素 Rennet，加在一杯乳汁中，乳汁也立刻就凝固。由此我們可以相信，乳汁也是固體的營養品。

造成乳汁作營養品的大價值的東西，乳汁不論在胃內，或在體外凝固的時候，便形成凝塊，其中含有乳蛋白質和脂肪。那剩下的乳清，含有糖、鹽類，和小部分的乳蛋白質。乳清雖然是一種稀薄的營養物，但是小孩子不吃別的東西，專靠這個東西來營養。但是沒有一個能夠專靠乳汁的凝塊生活的。現在我們自己試想，乳的凝塊，對於生命的需要，又缺少什麼？乳清比凝塊雖然稀薄，但其中含有什麼特別成分？乳清中含有一種特殊的蛋白質，若沒有這種蛋白質就不能養生。當我們煮乳的時候，乳就慢慢凝結，成一層皮浮在表面，這層皮在乳中是最有價值的東西，可是有許多小孩和成人，吃乳的時候，徧徧拋去這一層皮，真是奇怪。乳內的糖，是一種特別的糖，別處是找不到的。這種糖不像我們放在茶裏的糖那麼甜。牠有很好特性，就是比其他的糖難受微生物所破壞。乳內含有珍貴的鹽類，骨骼和牙齒就靠牠構成的，每含有下列各種元素：鉀，鈣，鎂，磷和氣。鉀的成分卻是獨多，因為鉀是肌肉發育特別需要的；至於石灰或鈣，在其他食物中，除卵黃外，也沒有像乳汁含得那樣多。

一般人飲用乳汁常見的危險，乳汁中常含有各種異常的成分，因為體內某種物質和乳一同排泄。這事在實際上是很重要的，因為乳汁的異常，而致多少小兒從他們的母乳而受害，譬如幼兒的母親喝酒的，小兒一定要受酒精的傷害，竟有許多庸醫以為酒可以使乳變良，那是大錯了。又各種的藥物，也能由乳內排出，所以若想

給幼兒服藥，最好的法子是他母親服。

以上所說的事情，不單是在人類，在牛也是一樣。假使把不正當的東西混於食物內給牛吃，那牛就很容易把他們排泄在乳汁中。一年中天天有許多幼兒害病，並且死的也不少，就因為吃了含有諸種吃油質的牛的乳。這種油質排泄於乳中宛如乳酪。其實不是乳酪，卻是乳中的危險混雜物呀！

狗在農場內怎樣能損壞牛乳 外界的環境和煩惱，也影響於牛所產乳汁的成分。小心的農人都知道這個道理，所以他們要想得良性的牛乳，他一定不把他們的牛放在外面陳列，也不許讓狗進入牛羣內警嚇他們。乳汁的產生，完全是神經系統管轄之下的作用，設若神經系的連絡失常，所產的乳就要變成有毒。

關於牛乳最困難之點，就是當牠在胃內凝固的時候，其凝塊是非常濃厚，所以不容易消化，不但小兒，就是成人也不容易消化。小牛的消化力是比人類強。其救濟的方法，可以加一些檸檬水或石灰水在牛乳中，那麼在胃內所凝固的凝塊就溶解了。

乳汁的脂肪全都含在乳酪中。但是不可以為乳酪全是脂肪。還有大量的蛋白質，也含在乳酪內，所以乳酪，按牠的成分說，雖然不能說算是完全無缺的營養品，但可以確認牠是一種極濃厚富於滋養的食物。脂肪或油的形狀，不論從羊身取來的，或是從植物取來的脂，或魚肝油，或從其他各處取來的油，都和乳酪中所含的油一樣。若小兒全都得到足夠的乳酪或乳汁吃，一定不會有佝僂病和其他一切不良現象發生，佝僂病就是齒牙朽壞和骨骼柔軟彎曲的病症。所以小兒若能吃充分的好乳，是幸福的了，倘若更有乳酪吃，那是更幸福的了。

乳酪乳脂和價較廉的人造乳脂的價值。除了乳酪之外，乳脂也是很好的。乳脂價錢也貴，不過比較乳酪是便宜多了。乳脂中含有百分之八十二的脂肪，就是比乳酪所含的脂肪量多兩倍。乳脂是最容易消化的，他的脂肪沒有像牠那麼容易消化，所以黃油有極大的聲譽。然若把這種脂肪要是煮了之後，熱度能使脂肪的一部分起變化，而使人不易消化，乳脂不單是富含容易消化的脂肪，並且我們雖若攝取大量的時候也不要緊，因為牠進入血液的分量不很多，大約不到二百分之一。

從動物的脂肪中，也可以取出一種極像乳脂的物質，這種物質叫做假乳脂。牠所含的脂肪比例和乳脂一樣，而脂肪也是相同的。有些地方牠比乳脂好，就是能夠保藏，不致於像乳脂那樣容易腐敗，並且我們吸收後，也有乳脂有同樣的效果。又因為牠價錢便宜，所以在英國有權勢的人說，現在有許多的理由，能夠從速打消一般人反對吃人工乳脂的事情，可以把這種很好吃很便宜的東西，來替代那很貴的而必需的食物。

乾酪怎樣能給肌肉血液和腦以力量。乳還有一種產物，我們須要注意的，就是乾酪。乾酪很像乳脂，是乳汁經過一種細菌的作用而成。細菌和乳的其他關係，我們以後還要講的。乳酪營養價很高。一磅乳酪所含的蛋白質和脂肪差不多和一咖啡的牛奶所含的量相等。牛肉所含的營養分較同等重量的乾酪少一半。乳酪所含的成分，當然很不同的，和魚一個樣，不過一般普通的食物，牠的價錢和牠的真價值是沒有關係的。譬如就吃的或者喝的講起來，我們出價並不按牠的營養價，是按牠的味美不美。據詳細的調查，關於乾酪的價值，可以得到以下的論斷，我們把牠的原文寫了出來，就可以明白了。「喜用乾酪的人說，肉的最便宜最有價值的代

用品就是乾酪，常吃乾酪可以不必吃其他食物，就能得很好的營養；換句話講，就是你出了乾酪的代價，能增加不少的肌肉、血液和腦。」

在許多書中，關於乳和牠的產物當作食物的事情，都經詳細講過，可知道再沒有其他食物能和乳比擬的了。不過還有一點，我們在這裏要講的，就是牛乳當作神經系統食物的價值。

爲什麼勞心的人和神經衰弱的人都應當喝許多牛乳？從這一方面講起來，乳可以說是無敵了，食品中和乳的營養分最近的，要算是雞蛋，我們可以明白這兩種東西的地位，在乎當作補神經的食物，若我們想要知道雞蛋是由什麼做成的，僅僅將卵加一些溫度和養氣，就能孵化出雛雞來，實能造成雛雞的腦的；乳是一切高等動物腦發育必需的食物，牠的重要也就可想而知。全身的健康是靠腦的，腦的發生總是在身體之前，然後使身體隨之發育。所以我們可以把乳當作專爲腦組織的利益而用的。這情形是確實的。但腦人類是占着重要部分，所以應常用乳做食品。對於勞心的人和神經衰弱的人，他們患不眠症，或腦疲勞等，再沒有別的食物能像乳和乳酪那樣能保養牠的了；可以說是對於這樣的人的唯一特效藥。

按照以上所說，乳對於人是最好食物，可是我們的思想總是以爲乳是爲小兒吃的，瘦肉是成人吃的專門食品。其實凡是經驗過這些事情的人——想用心意做最好事情的人，或長距離競走的人——他對於乳的見解，比較明白一點。沒有別種東西，能像白色的乳使成紅色的好血液。雖然他們的顏色不同，但是使血液成紅色的就是鐵質，而食物中含有對於身體最合宜的鐵質的就是乳。

產出我們生命所靠的乳的動物 一切高等動物，我們稱爲哺乳動物的，生命和能力都靠乳汁。我們不能夠確實考證乳的最初的起源是怎樣，但是我們相信乳或許是兩棲類或爬蟲類所產生的奇異液體的一種遞嬗物，而開哺乳類的紀元。我們心中至少將現在生存的哺乳動物細細想一想，他們有一件事情，可以教我們知道。這件事情是最大的事情之一。

我們見那生於澳洲的下等哺乳動物中，其乳汁是不很重要的，並且用的時間很短。我們要是按照哺乳動物類依次觀察起來，我們就明白，動物愈進化，乳的功用愈重要，就是做母親的責任愈重大。

當我們推究到類人猿的時候，我們知道如果他們都是生存着，那幼猿的依賴乳汁而生活的期間最長。

沒有母親的小兒是世界中最孤立者 上述類人猿的例子雖沒有相似的，但這種動物實在是我們人類的一分類。在人類小兒依靠母親的期間也很長；而母親撫育小兒的義務期也獨多。若小兒是生存着——換一句話若是人種是繼續着——造物一定把責任付託與做母親的比其他動物的母爲重；人類出世之後，早已孤立無助，雖幼猿也沒有這樣利害；而這種孤立的期間持續又很長——天地間的動植物決沒有這種例子的。而乳汁是保護期中的最重要的東西。

人人知道的一件最驚奇的事實 我們已經講過就是生活最需要的東西，各種動物都是一樣的。設若天然能爲人類的嬰兒，創造一種完全的食物，這種食物並且對於他種生物——像我們講過的微生物——都適合的，那是再好沒有的了。微生物對於各種物質，都可以當作食物，在上面發育，固然是實在的事情，但他們最適宜

於發育的食物，要算是乳汁。所以那培養微生物以供研究的學者，他們都天天利用這事實，但這事有很嚴重的地方。

凡乳汁中都含有微生物——並不是一兩個，卻是成羣簇的。若乳汁是清潔的，或經注意處理過的，那所含的微生物是無害的。若乳汁已經煮沸過，或是用種種方法處置過的，不論用熱力或化學物質處置，那些微生物就都殺死；可是那些死微生物仍然存在乳中。近來發見一樁最可驚奇的事實，就是在人體和一種特殊微生物——這種微生物以乳為天然的家庭——之間，有一種工作的裝置。這種微生物靠乳糖 Lactose 而生活的，能將乳糖變成乳酸——就是酸乳的酸味。這種變化一部分在胃內遇見的。這種特殊的細菌，在我們的體內天然生活着，並且是很有用處。當我們健康的時候，牠能阻止一切有害於我們的微生物發育。

怎樣能得到清潔的乳並且怎樣使牠清潔。現在有許多人，每天要吃酸乳的，或者專門到藥房裏去買這種菌種，加在乳內吃，以維持或恢復他們的健康。這種特殊的微生物，無論空氣中，以及母牛所居的各種東西上都有。就是在最清潔的乳中也有存在，在過去幾年前，早已發見於乳中，是無疑的了。我們人類和這種微生物，互相倚靠的時期甚久，所以在這期間中，除非把乳中的好微生物殺死，乳汁自己能變酸的。這種乳對於我們是無害的，許多人都非常喜歡吃牠。

設若母牛飼育適當，便沒有不良的油質混入乳中，若能保持牛的清潔，且得到充分的養氣與日光，那末她就不致患可恐的癆病，這就是我們要得好乳的第一緊要的事情。榨乳時應常用清潔的手榨入清潔的桶內，其他

如榨乳人的頭髮衣服等，都要覆着已經煮沸消毒的布，就是牝牛自己，我們也應極端注意她清潔。乳在熱大榨出後須立使牠變冷，裝在瓶子中，用清潔的栓塞蓋好。乳是絕對不許曝露在空氣中的，其實任何食品都不應當曝露在空氣中，不過乳更加不可便了。

能制止的並且一定要制止的一個關於乳的缺點 現今因為我們無知識和不注意，以致乳能傳播種種癆病。在每年最熱的季節，殺死嬰兒總有幾萬，並且牠還時常傳播他種疾病，像傷寒，白喉，猩紅熱等。但是這些疾病比較的還少，每年殺人最多的是牛乳攜帶母牛體內的癆菌，而使人感染癆菌，感染後，在經過期中又容易傳染他種有害的微生物。但是以上所講的危險，都能隨時制止的，並且我們一定要想法制止的。不過要制止這危險時，乳定要變貴——雖然貴一些，不過費些錢，不致於喪命，但是乳每年能殺兩萬人，計算起來也可以算是貴到極點了。

少年百科全書 第八類 生命現象下冊

我們靠着生活的麵包

沒有別的食物，能比我們所需用的牛乳那麼多了，可是此外也有幾種我們需要研究的。比牛乳次要的食物，一定要算麵包，西洋有句俗話說，麵包是『生命的原料』，牠的重要可想而知。所以倘若我們有了牛乳和麵包，或麵包和牛乳，那對於身體一切的需要，可以說是齊備了，而他們絕對不含有毒的，或有害的物質。

在現時有特別的原因，須要明瞭那麵包的事實，因為在歷史上（白種人的歷史）到現在有很大的危機。就是西方的文明確是由麵包裏面生出來的，和東方民族却不相同，東方的文明主要是由米產生的。小麥當作營養品，牠的價值比米高的多，但是世界上白種人口，一天比一天多，小麥是不够用的，這是白種人的危機。英國在多年以前，國裏小麥的出產，已經不够供給他們自己用，購買外國的小麥吃，其中尤以從美國買出的為最多。不過有一件事可以說，將來准可以做到的，就是美國的兒童，當他讀了這本書之後，他就可以不使美國的小麥，再往外邦運輸了，因為他知道所有的麥種需要自己耕種供自己食用的。

麵包是業經開始漸漸的昂貴起來，並且，定還要繼續昂貴。在西方人食物中，麥是最好的，沒有別的東西，不論是天然的出產，也不論是用科學方法集成的，能替代小麥。所以小麥這一個問題，在十年前曾由克魯克斯

William Crookes 先生研究過，他近來在種種事情上證明，謂小麥在現今的時候，實在是一大問題，現今我們把研究小麥當作正經，因為我們長大之後，對於小麥有很大的問題發生，所以事前須有充分的防備。

聖經裏面說過，說『一切的肉都是草，』這句話很有深意。現今我們人類的存在，都要依賴草的。我們在上冊曾經讀過，就是每一個人，一天之內，平均計算起來，是需要一定大面積的綠葉，來工作若干時間。給我們作工作的，就是草的綠葉。草能吸收日光的能力，製造出澱粉和糖來；設若我們要是晒在太陽光裏面，我們止覺得溫暖，或者熱，或竟覺不舒服。人類生活上所靠的那種特別的草，叫做穀類。我們並不是吃牠的葉子，我們是吃牠的果實和種子，這種果實或種子裏面的食素，也是葉子所造成的。

關於穀類食物實用方面，第一特點就是價廉。穀類的價廉，實在沒有別的東西可以和牠比的。並且穀類靠人工的地方很少；植物自己就有工作的能力。說一句簡單話，植物性食品，僅及動物性食品的四分之一，由小麥做成的麵包，更是食物中最便宜的。現在所講便宜，並不是由外界的重量計算，乃指那確實可以吃的食物重量來講的，但是只憑重量來比較是不合理的，因為水、木纖維、骨，都有重量的。價廉的食品，能和麵包匹敵的，就是燕麥粉。麵包和肉的比較的不同，實在是很可驚的。二分錢的麵包，含有八英兩乾的食物原料，但若你要用這二分錢去買肉，就買不到一英兩了。並且設若我們僅僅計算小麥中所含的蛋白質，而我們又若知道蛋白質是如何的重要，那麼小麥粉比較其他食物的價值都賤了。麵包比較麥粉就貴得多，但是就麵包含有蛋白質量講起來，比那牛乳、肉、卵等，仍然是便宜。

麵包是我們買得到的最好最廉的食物。近來有一位著作家說，麵包是最便宜的食品，不僅按牠的重量，就是按牠含營養物的成分說，也是最便宜的。買麵包的僅用五分錢或是十分錢就可以買一個熟的麵包，他自己還可以不用勞力，所以他以為沒有再比這個便宜的了。除了燕麥粉之外，麵包是最便宜的。但是小麥粉比較燕麥粉又便宜，所以若是用錢來買小麥粉仍然是便宜。這種事體，正和我們所知道的相同，就是一種乳，完全是爲生乳的小動物吃的，所以我們知道麥是牠的植物爲牠自己而工作的。這個事情就是這樣說法，就是麥粒的構成一部分是爲傳種的，一部分是供給麥來生活的物質，所以說麥子工作，完全是爲牠自己的。但是惟有乳是例外的，乳的物質本是天然的食品，他純粹是爲人家來吃的，不像麥等都是爲自己來生活的。將來麥類的植物，構成牠的力量的來源是麥種，麥種主要含有澱粉。麥粉和麵包所含有澱粉，和所含有蛋白質是一樣多的，可是卻缺乏脂肪。

我們所吃的上等麵包 嚴格的說，「人不能單獨吃麵包來生活。」麵包和麥粉是缺乏蛋白質和脂肪的，我們吃麵包的時候，要同乾酪或奶油一起吃，就是這個原因。

製造麵包的科學，是國家的重要事情之一。我們若只用麥種裏面含有的澱粉做一種麵包，這是很白的麵包，沒有再比這種好的麵包了。這種最白的麵包，含着極多的澱粉，和少數的蛋白質。普通我們與其吃白麵包，還是吃乳酪色的好。因爲種子的胚芽，實在是植物的真實生活部，在胚芽裏面，我們可找到蛋白質，蛋白質是各種生物都含有的。據近來的的方法，有製芽胞麵包的，從前要拋棄的胚芽，現在要拿牠保存起來。要是吃這種麵

包，和水一起吃，或者人可以因此能生活長久些。無論如何，一個麵包大概十分之四是水，然而這種麵包所含的水還比生肉裏所含的少。

櫻色麵包和黃色麵包的區別 被覆在麥粒外面的叫做麩皮，麩皮和胚芽含有有色的物質，做麵包時若帶這個東西在裏面，就能做出櫻色麵包來。有許多人以為櫻色麵包是上品，這事已經在科學上證明。但是第一層，櫻色麵包是濕的，所以我們費許多錢在水上面，卻不甚合算；第二層就是麩皮這種東西，純粹是木纖維，能防礙在麥粉中食素的消化。牠的結果就是櫻色麵包所含的蛋白質不能完全吸收，並且麩皮更能阻止他物（如同牛乳等）的吸收。以上這種情形，完全和普通一般人所信任的相反，這是我們一定要知道的。

為什麼我們應當吃麵包的硬皮又為什麼陳麵包比新麵包好 麵包的硬皮，比較中心的軟心便有價值，因為柔軟的中心，是含有許多水分的。硬皮的價值很大，所以要是不吃硬皮，未免太可惜，太耗費，並且損失太大了。麵包的硬皮，我們不管牠含養分的多少，就只咀嚼牠，對於我們齒牙也是有利益的。而對於小兒的牙齒尤其有益。又我們現在牙齒所以這樣壞的，最大的原因，就是當我們小的時候，沒有相當的運用牠。我們已經看得十分透澈，就是生活的力量和組織，假如時常工作，決不會受傷的。吃麵包硬皮的兩個原因中，我們不知道那一個更是重要，但是當我們想牙齒是非常能助我們一生的健康和快樂的時候，我們就想到麵包硬皮的大價值在使牙齒能工作。

若我們烤那麵包，使牠變乾，或者製成脆麵包，就成一種極富於營養的食物，這種食物，比平常麵包更容易消

化，因為牠是非常的乾燥。當我們吃新麵包的中心軟部時候，我們知道牠是很難消化的，因為這一部分的麵包是很濕潤，很難咀嚼的。設若麵包是很濕潤的，那就不能吸口腔裏面的汁液，所以難消化。我們已經學過就是澱粉的消化，和變化澱粉為糖質，大部分是依賴唾液，麵包是含澱粉極多的食物，所以大部分仗着口腔的唾液消化，若是牠濕潤的時候，不能吸收唾液，那末就很難消化。所以我們吃麵包要吃陳的，或者吃烘乾的，或者吃餅乾一類的東西。因為這幾種東西都是乾燥的，若是我們注意咀嚼牠的時候，牠能吸收我們口腔的唾液，所以容易消化。

我們觀察小麥的幾個大問題 設若我們根據這等規則，那麼我們的牙齒，我們的胃，我們的經濟，以及我們的生活上都是有利益的。我們永遠要買用二等麥粉做成的麵包，不要買那頭號麥粉做成的。因為二等麥粉是富含蛋白質的，但是可惜是黑一點罷了，而黑色中所混雜的白色的碎片就是澱粉，這種麵包我們總以為是次一等的麵包。

我們知道小麥的出產是在歐洲，但是歐洲出產的小麥，不夠歐洲人吃的。世界上最貴的東西，不是財產，是生命和保護生命的食品。大陸上不論那一部分，凡是可以產生小麥的，就應當種麥或種稻，因為麥和稻是供給國家食品的，若放棄稻麥不種，來種別的，一定不會致富的。並且種麥的人，不是僅僅種了麥就算職務已盡，更應當要使麥發育到極點。據近來研究植物的生活，是教以如何能夠使五穀的出產無限的增加，使出品增加的方法，一部分是特別改良土質；一部分由電線通以電流，這些電線懸吊在距地數尺高的柱子上。近來，能使生長一

種能抵抗疾病(例如麥鏽病)的小麥,那麼就可以產出適用於做麵包的極好的麥粉,並且還要希望的,就是一株小麥在稈上,可以生長許多的種子,這種希望現在是可以做到的了。

大麥玉蜀黍和玉蜀黍粉以及他們製為食物的價值 大麥是產生食物的另一種草,牠比小麥差得多,但若麵包用一半小麥粉一半大麥粉做成的,很好吃。大麥種的人也不少,但是這種東西不是食物的淵源,乃是酒精的來源,所以最好把那種大麥的地方,都改種小麥。

玉蜀黍是很有用的,是很可以稱譽的。玉蜀黍這個東西是很便宜,很富於營養,並且還很容易吸收。約在六十年前,當愛爾蘭國患馬鈴薯饑荒的時代,有玉蜀黍輸入該國,他們頗受很大的利益。他們的行政長官曾經說過,說『從這些事實,和小麥近來漸見減少的事實看起來,我們不免懊悔不教世界各國工界大家採用玉蜀黍做主食物。』玉蜀黍粉是一種食物,是從玉蜀黍製出來的,但是做的很粗,其中祇含澱粉,沒有別的東西。藕粉也只含澱粉,沒有別的。上面寫的這兩種東西,在食物裏面比較起來,都算是次一等的。

爲什麼燕麥粥對於男孩或女孩都是很好的食物 燕麥是五穀中最後的一種,是我們須要記述的,並且應當特別的注意。我們知道若是草生長在寒冷地方,牠要爲牠的子孫後裔預備着大量產熱的物質;若是在熱帶生長的草,所含產熱的物質便很少了。所以生長在北方的燕麥,含有多量脂肪;但是米所含的脂肪量是特別的少,所以不適宜於北方民族。燕麥中的脂肪是很有價值的,我們也已經知道這種穀類是富含蛋白的。蘇格蘭人的體魄是最好的,他的身體和腦的力量,和他同氣候抵抗的力量,都是靠着用上的燕麥當作食品,因爲燕麥

富含各種物質，這些物質是在那種氣候所需要的，所以蘇格蘭人吃了這種燕麥，就能生活在這種氣候裏面。

一般人對於燕麥都不甚注意。只有消化力很強的人，能消化大量通常的燕麥，這種燕麥除含脂肪之外，還有多量的糠皮。有幾種新出的『軋扁燕麥』是很容易消化的，但是這種麥一方面因為牠含糠皮能使牠所含的營養物減少——可是並不多。在工廠裏面已經研究，就是如何能除燕麥的糠皮而並不損失牠的營養物。燕麥粉是很容易吸收的，小兒若是早餐有這種粥和乳一同吃，就是很幸福了。

蘇格蘭人民食品的變遷以及他的可惜 對於小兒的食物，沒有再比這樣組成更好的了，這是世界上所公認的，也是世界所依賴的。這個問題是很重要的，我們應當不避煩瑣的做粥，以便小孩子也得吃牠。我們一定要專心去調製這種食品，正像我們吃飯以後，要調製咖啡一樣。我們先要選擇最好的燕麥粉；我們又必定要用好法子去煮，並且要加上些調味東西，使牠味美。有些人喜歡加些糖到粥裏或牛乳裏，因為我們知道糖是最佳的食品。有時候我們要加些鹽，果醬，或糖漿。但是我們每天調製燕麥粉的方法，應當時時變換，纔得久吃不致生厭。

幾年以前，蘇格蘭有幾處大城市中，已經有兩種大變化，這種變化尤其以在愛丁堡 Edinburgh 格拉斯哥 Glasgow 和丹梯 Dundee 三地為最厲害。在第一種事體他們已經很注意的研究，他們知道人民的食品，現在是變遷了。這種變遷的制度，尤以貧民階級為最甚，並且使那小孩子都受影響。從前在他們上學之前，普通要吃粥和乳，就是沒有乳也必定要吃粥。逐漸變遷到了現在，他們每天早餐要吃麵包和果醬，這種麵包不

是極好的麵包，但是含澱粉很多，果醬比糖稍微強些，是用化學方法保存起來的。這些食物若和粥和乳比起來，差得多了。

蘇格蘭諸城市裏的人民生活的低落。食品的一切的知識，顯然是沒有什麼意思的，並且和我們所吃的也沒有什麼關係，然而在人們食物習慣的急驟的一般的和極端的變遷，卻是很重大的事情。

在這些城市裏，同時都現可怕的變化。但是這樣顯著，這樣快的變化，各處都有發見的，卻是很大的疑問。這是人們最急速，最猛烈的損失。完全靠燕麥粉而生長的，並且於極好狀態之下生長的蘇格蘭人，差不多可算是世界上最高最魁梧的人；但是在蘇格蘭大城裏的少年，專靠多澱粉的麵包和果醬營養，怕快要變為世界上最小的人了。他們現在已經是矮了幾寸了。

我們的食物所有的全力怎樣的從太陽來的。我們知道全動物界，是靠綠葉植物界生活的，這類植物又靠太陽生活的。麵包不現綠色，可是牠是由綠葉子的草而成的，但是牠不是確實為綠葉所做成，是由綠葉做成的種子做成的。所以當我們吃麵包的時候，我們很容易忘記我們吃的確實是草，而且這種草就是日光，空氣，土地的變形。我們吃麵包，可以說就是把日光的力量，空氣裏的炭素，以及土裏的其他物質放到我們的嘴裏去；又全動物界，自從池沼裏的變形蟲，以至人類都是靠草而生活的。就使我們若單用生肉和熱水來當食物，但是肉也是由草變化出來的，所以我們雖然吃肉，也等於吃草；又若所吃的肉是老虎的牙齒，然而老虎所吃的肉，也是草做成的，所以前面所說的還是確實。

總之，全動物界都可以算是草食動物，而無論何時所行的咀嚼動作、吞嚥動作，就是動物、植物，以及給動植物以生命的光，三者中間所有的關係。

食的方法和食的時間

人類食物最重要的就是乳，我們已經精細研究過了。要是小的時候沒有乳吃，我們就沒有一個能長大來吃別的食品。

我們又研究過穀類食物，和牠對於人類的價值。但是我們知道，人除了吃乳和麵包以外，仍然吃旁的食物；不論文明人和野蠻人，只要我們能得到的並且知道對於我們是好的食物，我們就吃牠。這是關於人類重要的事體，就是能夠幫助我們，來解釋許多在歷史上和現在生活上的奇怪事體。這意思就是人應當要用許多或一切的天產物，不是單用一兩種或三種的天產物就足夠。我們所以能在種種境遇都使我們身體適合的，就是因為我們能用種種的東西，來適應種種的境遇，設若我們得不着一個物體，就可以用其他的來替代。譬如說，我們可以用椅子當桌子，這種就叫做適應。

凡尋常生活在一種氣候裏而吃一種食物的生物，能生活在他種氣候裏而吃他種食物的時候，我們也叫做適應，就是說這是『適應作用』Adaptation的一個例。一切的生物的適應作用，都有一些範圍，如同晝夜溫度變化的適應；但是人的適應範圍，比較其他生物（不論是動物或植物）為大，所以他種生物，僅能生存在地球

的一部分，而人類能生活在任何地方和任何環境中的。其最大原因，因為人較其他生物能吃許多種類的食物，並能靠此發育得很好，所以這樣。

上面所說的意思並不是說黃芽菜也像乳汁那麼好，也並不是說一天三餐吃肉和完全不吃肉是沒有區別；我們的意思是說那些人教我們信認說吃一種食物可以生活的，或是單吃麵包來生活，或是單吃一種特別的食品的見解，我們認為他是錯的。

當我們觀察魚，或虎，或鳥的食物的時候，我們就知道，他們所吃的範圍很狹。當我們遊覽動物園的時候，詢問看守動物的人，我們就知道各種動物各有一定的食物，決不能吃別種的。我們更知道老虎和獅子，他們是不吃饅頭的，海獅不吃別的，是專吃魚的。但是人類，凡饅首，糖，果實，魚肉，和其他種種食物都要吃的。現在有一種見解，就是人所以能征服全世界的最大的原因，就是凡天然出產一切的物質，人類都能靠着牠生活。我們的消化器官，對於一切東西，只要是能夠當作食物的，都能消化。若是我們從這一點去研究我們的牙齒，也得同樣的解釋。

各種動物的牙齒都適合於牠所需的食物 當我們觀察馬的，或海馬的，或獅子的，或兔子的下頷骨的時候，因為各種動物的食物不同，所以牙齒和牠的排列，都各呈特別的樣子。因此所以研究牙齒的事情是非常重要的，尤其是動物的牙齒狀態，能使我们知道地球上過去時代動物的狀況，和這些動物的習慣。我們人類自己的牙齒，有很大很奇的性質，所以他能適合各種的食物。大多數動物的牙齒，不是適合於肉食的，便是適合於草食的，或

者專食一種特別食物的，但是人類的牙齒是雜食的。所以我們的消化器官的構造，也適合於消化雜食的。以上這兩種事實，就可以證明人不是單靠麵包能生活的，是要靠各種良好的食物來生活的；這種事體，到後來我們發見了我們外圍其他的自然事實，以及我們的食慾等時候，也能證明同樣的結果。

我們人類自己採用各種食物的妙法 足以使小孩子疑惑的，就是各種動物所愛吃的東西，他都喜歡吃牠。這就因為他不單是他的牙齒和消化器官是適應於雜食的，就是他的食慾也是適應於雜食的緣故，而其他動物不是這個樣子。所以地球上僅生米的地方，人們也能生活發育；就是在北極結冰的地方，僅有北極鹿和海蜃的供給人類，也照樣能活着，這就是因為適應的力量。這種力量更有其他的方法。就是人可以吃素未吃過的食物，和減少食物。在我國我們能選用全世界出產各種食物吃。我們又能培養果實和肉，乳餅和米，和其他種種食物，或者內地若沒有，從別的地方運輸給我們吃。但是人類是很容易適應的，有些人單靠着生肉和熱水來生活，或單靠着乾果和乾酪，或單靠着乳，或單靠麵包和其他類似的東西。我們也能這樣生活。不過倘若我們忽然變更我們的食物，我們起初覺得苦惱，但是經過一些時候，我們又和新種食物適應，又能照樣的適合起來。人若是偏愛着一些特別食物，就叫做嗜好，嗜好是人特別適應作用的力量。

我們的食品裏最重要的種類 雖然具有這些嗜好，是很有趣味的，並且所以有嗜好的原因，更是有趣味的，然而現在我們還沒有證明，嗜好品對於我們的牙齒，消化器官，自然自食慾爲什麼適合，但是我們知道人類最好靠着混合食物而生活。所有研究這個問題的大學生，他們研究的結果，都說人類最好的食物是混合食物，吃混

合食物的人，平均都能有極好的工作和美滿的生活。進一步來講，設若我們單吃一種食物，我們可以把各種營養素互相比例，或多吃些蛋白或少吃些；或多吃些澱粉、脂肪，或少吃些；照這樣時常調換，可以減輕消化器官的擔負。我們若要保持我們的食慾，或要應用食慾於混合食物的時候，我們便應當使各種食物原素，配成適當的比例。但是男子、女子和小孩，不是完全都是一樣的。我們所有的面貌和聲音都是各不相同。我們的適應作用，也不是完全相同的，我們有些人喜歡吃蛋，就靠着一種多含蛋的食物來生活；但是有些人，若各種東西裏雖含極少量的蛋，他若吃了，對於他就起毒作用，能够使他成病。我們說「一個蛋是肉充滿的」這句話是確實的，因為一個蛋裏面完全充滿良美的食物；但是我們也可以確實的說「這個人吃的是肉，別人吃了卻變了毒。」

爲什麼各種人要吃各種食物 所以有許多人專靠一種特別食物，而生活得很好，譬如有許多人，絕對不吃肉，而有許多別的吃得很少，只有吃肉，然而他們都非常快樂，並且做很好的工作。

聰明的人對於自己能發見這些東西，設若他們要是極聰明的，他們就知道什麼東西是適合於他的，而不適宜於別人的。我們雖然已經耗費了許多的時間，判別食物，但是關於食物還有許多重大問題，需要精確的判斷。有幾件事情，對於人生是很要緊的，比較乳和麵包的問題更重要。還有一件事也是很重，須要牢記的，就是身體能够在各種不同的食物裏，採取他需要的，他有一定的需要，他一定要滿足他所需要的。

我們的食物裏，一定要有炭素，但是沒有適應力，又沒有實行量，能使我們用那金剛石或煤灰狀態的炭素，或是靠着那種笑氣裏的一部分的淡氣而生活的。沒有一種飲食物，不含別的東西，而單含牛肉、茶，或清湯的，因爲

這些不是食物，其中沒有可做爲養料的。此外我們又應當要知道那便宜的食物是什麼，什麼是那些價值很貴，而沒有一點真正養料的偽食物，又要知道什麼食品，吃得太多要有害的——因爲其中含着毒素的。

食慾是對於食物的自然指南 第一，我們要知道就是自然界給我們一個指南，這個是我們不能不注意的。各種動物對於食物是毫無成見的，但是他們所應知道的東西，他們都知道。他們從來沒聽見說什麼叫蛋白質，但是他們能夠知道，什麼對於牠是好的，牠就吃什麼，並且牠也能吃恰好不多不少，也知道在餓的時候吃，別的時候就不吃。

這個是一種萬物理想的境界，人類是還沒有探到的。動物的祕密，就是牠有自然而且健康的食慾，這種食慾是每天來指導牠的。然而若使動物是家畜，牠隨着人生活，牠的食物都是我們替牠預備的，我們就可以考察出來，知道牠吃不必在需要的時候，對於牠不適的東西牠吃，對於牠適合的東西牠反不吃，正和我們人的食慾一樣了。

我們人類大多數所困難的，就是因爲習慣而食慾起變化，正像那同我們一起生活的動物，讓我們改變牠的食慾一樣。所以我們的食慾，和這些動物一樣，不能長久信任的。

怎樣因爲我們的習慣而破壞我們的食慾 我們有種種錯的觀念和錯的實施。有許多成人，他們以爲若一個小孩他們要糖吃（他們自己不喜吃糖的）就是貪食，於是責罰他。所以小孩若是能得到糖，他一定吃得很多，因爲他是已經餓的很了，那時候他吃多了，一定使他害病，於是他們又要叱責他。

這種弊病的起原，都是因為我們不信任食慾，以致就把食慾弄壞。我們烹調食物，雖然是有許多理由，但是大概說起來，都是用許多種非天然香料，來替代食物的天然風味，這個意思就是說烹調時用許多旁的東西，來弄壞食物天然的滋味，例如用芥末，胡椒，醋，和人工製造的湯汁，這些東西都是破壞我們的食慾的，並且總是使我們多吃些，或者使我們吃那些本來不喜歡的東西。

所以我們是很怕的就是我們不信食慾；但是所以使食慾不足信的，也是我們自己。我們信各個明達人，都有保持他天然食慾的職務，並且還要特別注意他的小孩，照這樣，那人的食慾都能像健康小孩似的，不會變壞的。我們的知覺不是迷惑我們的，是引導我們的。我們想，我們身體的構造是這樣的壞，那種種東西告訴我們都是欺騙何等危險！要知道我們病害的原因，不是因為我們服從知覺，是因為我們不服從他們，欺騙他們而起的。

我們應當只在渴的時候喝餓的時候吃 我們餓的時候，要是不吃便要受害，但是當我們不真餓的時候來引誘我們吃，卻是貪食。當我們渴的時候，我們不喝也是有害的，但是我們剛喝過了不久再去喝，也不過因為飲料的味美罷了。

我們要研究某種特殊食物之前，我們一定要先知道些極重要的事。我先要把那重要的食品，特地放在一個地位。乳和五穀是最重要的，所以他們有專有的地位，此外，沒有特別的食品像穀和乳那樣重要，祇有一般的食慾問題，和食法同食的時間問題罷了。關於烹調的事體我們是要明白的，我們的食物要烹調的是非常多，又烹調消耗我們的時間又這樣多，所以我們應當要知道烹調究竟有什麼好處。我們烹調某幾種的食物，第一個

原因就是變化牠的外觀，像烹調肉類就是這樣；因為我們不喜歡太紅或太生的肉。但是這個原因是不正當的，並且肉並不是煮後使消化容易些。烹調食物還有一個原因，就是弄軟牠，但是這個原因只適宜於植物。又有一個烹調的原因，就是因烹調而殺菌，這個原因是很好的。像那煮沸乳汁（也是烹調的一種）是很重要的。

我們怎樣欺騙我們的食慾可以多吃 烹調可以欺騙食慾，並且可以使人多吃，這兩樁事情是我們烹調最壞的原因。對於我們最重要的事體，就是要知道烹調食品，對於我們好或壞，容易消化或不容易消化。這些都是因食品的种类的不同而異。一個熟鷄卵比較一個生的難消化，尤以煮透的為最難消化。一個未烹調的馬鈴薯，對於我們一點用處也沒有，因為其中可以消化的部分，差不多完全以硬的薄皮包着，這個皮是木纖維的，我們是不能消化的。烹調之後，就把這層皮破碎了，那麼裏面的澱粉可以出來，可以供我們使用了。肉要是烹調之後，其中結合的強韌纖維，固然是疏解了，但是其供食用的部分卻變硬而不容易消化。設若我們希望肉類保全極容易消化的程度，我們一定要用生嫩的肉，撕碎或是磨碎，烹調過度或重烹的肉，是很不容易消化的，煮沸的肉比較燻焙的肉容易消化些。關於食物的烹調，或普通所謂供食用的調製法，還有許多要學習的。現在我們知道的僅僅是食物的外貌和口味，至於吃了以後，消化的結果怎樣，我們還一點不知道，並且對於廢物，我們也一點沒有注意。

食物的烹調對於人民的健全和快樂的重要 我們烹調菜蔬，總是拋棄牠的汁水，不知道汁水裏含着極有價值的鹽類，像烹調馬鈴薯的時候，我們總是去皮並且浸透，卻不知因此消耗些牠所含極有價值的物質。因為

我們剝去牠的皮的時候，我們總削去皮下的蛋白質層，又當我們把牠浸漬的時候，許多有用的食素，都浸到水裏去了，所以馬鈴薯不能按照上法做的，應當要蒸的，或是連皮煮熟，二者中尤以後者更好。

有許多事情，是要靠佳良的烹調；像國家的安寧，人民的健康，和家庭的快樂，都是要靠食物烹調的佳良。若使烹調不良，或是法子弄錯，便大受其害。對於烹調的事，將來一定有科學的方法發現，這種科學的方法，一定要將所有的兒童都教授他。男女和小孩的一生都是靠着食物，關於烹調的事無論誰都要學的。

食物的真價值

有一個最重要的問題，比任何可愛的食品還重要，然而我們大家忘記，簡直不去研究，這個問題，就是：我們吃的方法，和吃的時間。我們對於牙齒關係於吃的功用，已經詳細研究過。我們知道牠是何等重要，不僅是因為牠自身重要，並且因為牠是消化工作的開始。只要我們還記得以前說過的那些話，我們在此地不必再提了。但是牙齒的功用，不過是這問題的頭一個解答，還有許多別的事情應當知道呢。

我們知道，我們所吃的食物的價值，全仗我們的消化工作如何，而消化工作也和呼吸或心跳一樣，全靠着腦。若腦內有某種情形時，便不起消化作用。那食物雖是向前進行，然而無論走到那裏，都遇不着那種消化汁。

甚至不許牠前進，而從胃內退出，於是我們害病了。那聰明的胃，知道牠的責任是做身軀的保護者，牠對食物說：「我不能消化你，腦子不許我消化；然而我明知，倘若我不盡我應做的職務，讓你過去，就要發生很大的害處。事

實上得不到你的益處，反受了害處，所以我一定要實行我很不願意做的職務，把你捧出去。」我們不知道當我們害病的時候，也作這樣想過嗎？現在我們所要說的就是要知道腦和意識在什麼情形時，我們吃東西下去徒然使我們有害。若我們能解答這個問題，我們應當暫時斷食，以保衛我們自己。還有一事，不見得比這個不重要些，就是我們也可以愛護別人的身體，當他們不能吃東西的時候，我們切勿強迫他們吃。當人遇那不能吃的情形，我們強迫他吃是不聰明的，因為在那種情形的時候，沒有了食慾，所以當一個人不能消化的時候，往往不把東西望胃裏送，免得那吃下去後的禍害。但是有件可歎的事，就是我們不信任那食慾。

若我們已經成長，我們應當知道我們腦和意志上在什麼情形時，不應當吃；無論如何，祇能少吃一點，慢慢的細嚼。但是有許多小孩子，對於兩種最不應吃的情形，疲勞和煩惱，毫無經驗，那兩種情形能阻止消化，並且吃下去一定有有害的。但是一種很歡樂的小孩子，決未嘗過疲勞和煩惱的滋味，然而在他們未長大成人之前，應當先要明白這件事。

煩惱和恐懼怎樣能傷我們的食慾 一個人常很快樂的坐在桌上用早餐，吃些家常食品，像濃香的咖啡，熱脆的麵包，新鮮的雞蛋等。有一天早上，他聞着這些香味忽然嫌惡起來。他一定要離開這個房間，否則就要病了；然而我們眼光裏看起來，他實在毫無疾病和尋常一樣。他的原因實在因為昨天晚上他請醫生診視他的兒子，而他的心裏憂愁怕他的兒子要死。

上述的不過是一個比喻，就是煩惱、恐懼和焦急影響身體的一個可怕例子。大凡遇着這些情形，我們可

以確實證明消化作用完全停頓，沒有法能來鼓勵牠。我們遇着這類情形，我們的天職就是要聽其自然，但是我們一時不能明瞭。倘若遇非進食不可的情形，比方母親把奶給病孩吃的時候，真聰明的醫生並不注意於病孩的食物，卻注意於母親的食物，使她吃已經消化的食物。如此方能救這有病孩子。

疲倦的腦足使我們吃東西有害 此外腦內還有一種情形，也不宜於吃東西，因為那時候不能有消化作用。這情形就是疲勞。原來一個人疲倦，主由於他血液裏有了毒，那毒是由他自己形成的。這些毒也許是在肌肉裏形成，因為必定用四肢工作過度而起；但是無論他在什麼地方，那些毒概由血液傳到腦裏，而可生一種我們所謂疲倦或勞頓的現象。像這種時候，便不能營消化作用。當一個人疲勞已極，固可以吞咽各種食物，然而受傷的機會也最多。這疲勞的救濟法裏是休息。當一個人十分疲勞時，他餓不傷的，不會得餓的，餓又是一樁事；倘若他是餓，拿食物來醫救他，然而疲勞的救藥是休息。只要一刻兒功夫，那毒就除去了，而他的食慾和消化力都復原了。

在好幾年前，世界上各處曾發生一種長途競走的狂熱。現在我們正研究着身體，而長途競走對於人類身體，倒是一樁極有趣味的事。

跑和競技因此而知關於身體的各種知識。跑和競技本是一種試驗，且是一種很有趣的試驗，因為這有幾分屬於極自然的實驗。身體合宜於跑的地方不止一處，所以我們看小孩子都歡喜跑，因此可以從跑裏察出人類身體很有用的地方。

我們很容易把跑和競技和各種運動，以及因此而知道關於身體各種知識，若編成一部書，一定很長很有趣的。但是我們在此地祇能講和我們研究問題有關的——疲勞與消化的影響。一九〇八年，倫敦曾舉行有名的馬來遜長途賽跑 Marathon Race，因為那是幾國加入的賽跑，所以很有名的。而我們中間有許多對此特別注意，因為我們希望各選手關於在烈日中跑二十六英里的長途競走，要怎樣保護自己，必定各有各的意見。凡參預像那樣賽跑的人為榮幸光輝而賽跑的，一定要疲勞和焦煩，而身體到某種光景一定要痿頓。像這種賽跑實在是一種疲勞的試驗，誰疲勞得最遲，誰得錦標，把跑法和其他各種評判置之不論。

為什麼我們在疲勞的時候不應當吃 那學過生理的人都應知道遇着焦煩和疲勞的時候，不應當吃。喝水是可以的，因為那是無須消化，並且能幫助我們洗去身體裏由疲勞而生的毒質，但是我們決不能勉強吃東西，以致大錯。心臟的位置恰在胃的相近，凡是妨礙胃的東西，必定要障礙心臟，倘使心出毛病，我們就不能再跑了。那麼，那次馬來遜賽跑的事實是怎樣呢？那事實談起來很有趣的，因為大概賽跑起來都要發生那同樣事實，並且必定要發生的。經詳細調查，因為那種實驗，在科學上是很重要的，所以要詳細調查，我們知道那英國人的第一個跑到的，在得錦標的後二十分鐘左右才到。

英國人在路會吃各種食物的。他們在英國不大研究這種理由，假如有人告訴那些英國長跑家說，那科學的發明知道人們的跑，全仗着他的肌肉，心和肺，他們大概都要問那告訴他的人自己能跑多快，他們實在不懂他講些什麼，而美國人所以都跑在前面，並且奪得錦標的也是美國人。

有一個重要的道理馬來遜賽跑選手還沒有明白 美國長跑隊賽跑走時不吃一些食物；意大利的選手也是這樣，他們實際固然是先過那道終點線的，但是他們跑的時候一定要喝酒精，不知道酒精得着牠的好處雖然明顯，而酬報他這好處的也非常之大，而且快的很。他跑不到終點線，就要跌倒下來，爲酒精好處的報酬。我們吃一餐，要費四小時半至六小時許，纔把食物的精華提出，輸入我們的血液裏去。但是在牠未進入血液之前，牠非但不能代我們工作，而我們反要爲牠忙碌。馬來遜賽跑約有三小時之久，或不到些。所以我們可以說，英國長跑隊要等到跑完再過兩小時後，才得着他吃下去食物的好處。而事實上，在焦煩和疲勞中決不能得着食物的好處。當他們跑的時候，那食物滯在他們胃裏不消化，徒然妨害心的動作，要知道那心的動作，實在是跑的人用以能跑的原動力。

長途賽跑不過是一種競技，而決不是競技中最好的一種，因爲這種競技是自私自利的。然而在那次賽跑裏面，英國選手的不明生理學自然現出，並且在比那個更大的賽跑，如今日的英國和德國、美國和日本的競走，誰不明瞭生理學，也自然現出。

有益的學問和無益的學問 我們雖然賽跑得了勝利，雖然花費多少金錢辦教育，然而我們尙未教導我們自己和我們的小孩子天然的教訓——各種智識的基礎。我們全國的人們做的呆事不止一樁，實在多得，比那英國長跑家跑時吃食物的要兩倍跑的時間纔能消化那樁事，還要更呆。全國內多少男孩和女孩，都讀過以色列 Israel 王的名字，和埃佛勒斯峯 Mount Everest 的高度，和那英王吃八目鱈過多而死的名字，然而

兒童們決沒有想到他們自己滿口齲蝕的牙齒，他們沒有一個學過用什麼方法來保護牙齒，其實那些兒童們將來一生的幸福，才能和生命的價值，全仗着這些牙齒，而在幼時就這樣的不顧牙齒的齲蝕，轉學些很重要的學問。我們希望我們現在讀這書的兒童們將來長大成，明白各種生物是自然界幾部分，所以沒有一條自然的定例，或事實可以輕視的；如培根 Bacon 氏說：假如我們要利用自然，我們一定要服從自然的定例。我們或許要想這自然界對於卑小的事，如胃，是有什麼關係的，然而世界上萬物，沒有一種是平淡無奇的，戴尼生 Tennison 氏有言，我們若能對於一種最小的花能明瞭牠的一切，我們就能明瞭自身一切和上帝的一切情形。

現在我們已經知道我們在什麼時候，不應當吃，以及為什麼緣故不應當吃。除上述各種情形外，還有當我們害感冒和在過熱的時候，我們食慾便缺乏。這是很有意思的，我們應當聽牠的指揮。但是關於食的時間，還有一個重要的事情。我們的食慾，往往不能預告恰好要吃多少。小孩子尤其是這樣，他們要很多東西來吃，到後來並不能吃完。我們應當要學的不噁，我們應當在嚥下食物之前，細細想想；大概勉強吃下去的食物不能消化，有時人們把有用的食物勉強吃下去，他們從此怕吃，這一種真是可憐。

血液怎樣需要食物直到足够了之後纔會不要 等到我們詳細研究食慾的時候，我們就明瞭食慾決不是全由於胃的感覺。飢餓的根本原因，是由血液的情形。我們現在已經知道，食物吃下去要幾個鐘點，才到血液裏的。所以一個人可以吃下十分充分的食物，等他一到血裏，就可以滿足血的需要，然而在食物未到血裏之前，血還是在那兒需要。這種情形，長成的人和小孩子天天都是如此的。他們吃起來盡量吃，吃飽了才停止。他

們如若能明白些，他們當有餘量再吃的時候就應該停止不吃了，留一點餘量。那一點餘餓，等食物到了血裏，就會沒有了的。

大概強健人的食慾都比他們實際所需要的大些，這個原因是因為上古時代，人們還野蠻的時候，他們常不知道下一餐飯從什麼地方來，所以他遇到一餐，就要大食量來飽吃一頓。像現在的情形便大不相同了，不問我們要吃不不要吃，三餐有一定的時候。照這樣辦法固然有好處，但是也往往有害處，那害處考察我們自己，或考察我們家畜，有一定餓餒的時候，總得證出。

食慾的重要和一定要節制食慾的原故 現在我們關於食慾的話，已經談得很多了，但是沒一句是多說的。人類的慾望，不單是食慾，就是一切慾望，都是我們最重要的事。我們因為有這慾望，所以能做種種善惡的事體，而大半指導或關於飲食的一個大缺點，就是他們把食慾忘記不提，或誤會牠的意思。現在我們一定要進行研究幾種特種食物，切不可忘記牛奶和麵包，各有他們的可寶貴的地方，別種食物沒有能和牠比的，所以我們一定要先研究他們，併且要記牢不要忘記。讓我們第一步先把那幾種所得不償所失的食物來說明一下。那所得不償所失的食物固然很多，然而我們知道有很多的是奢侈的，却不要錯誤。但是還有幾種食物，和他們的價值比起來實在嫌貴，然而仍公認他們為很好的食品。

讓我們先來談魚，我們要知道鱈魚和鱈魚的比較，或其他一種魚和別種魚比較的值不同，完全是香味問題。只要是鮮魚，或醃得或蒸得好好的魚，都是一樣的吃法，不關所吃的為那一種。拿各樣東西運香味一齊比

較起來，鯡魚一定是人們所吃的魚類中最好的一種了。

最合宜於做食物的幾種魚 但是我們不要設想，除鯡魚而外，其他各種魚都不好，不過照價值上比較起來，鯡魚為最好。牠是容易消化的，並且有很好的香味。各種魚的分別都由肥瘦的不同，而大概瘦的越是容易消化。鱈魚和鱒魚是魚類中最瘦的。然而脂肪若人能消化牠，固然是很好。其理由此地不用多說。但是我們要記得，凡我們拿大價錢買重量輕的魚，而不買便宜的魚如鯡魚之類，我們不過是花錢買好滋味而已。

於虛弱人有益而於強健人有害的食物 強健的人吃肉精，也等於把錢浪費。這些東西如若和熱水吃下，雖不如熱水本身利害，然而也有興奮作用。多年前巴郎利比喜 Baron Liebig 曾經說過，這些東西都不是食物。因為有病的人，他們的食慾一定也不好，肉精和牛肉茶常很有用，因為這些東西能輔助食慾；然而把這些東西給小孩吃，就大錯了，小孩的食慾無須刺激，也不必引發。倘若我們果真以為需要芥末和胡椒之類的，那末造物造食物的時候，便不該忘記那些像牛奶的東西了。

大凡製造肉精，把那些肌肉纖維質全行棄去。那種肉精可以製成肉汁等物質的，不過費用大得很。但是肉精裏含有的物質極少營養素。倘若我們就動物試驗可以證明，那吃牛肉精的動物，和完全沒有食物的動物同樣快速餓死。這是一種殘忍的試驗，但是從那種試驗的結果，可以判決人們應當或不應當製這肉精。肉精所以能出賣而使大眾相信牠的秘訣，是由於那些肉精完全提取肌肉纖維中所有各種美味質素——美味是除營養素而言，就全仗這美味來欺騙我們。

食物的價錢和食物的價值是不能相符合的。可也可以說是有些益處的食物；很多人吃牛奶拿牠調牛奶的味，然而我們如若照牠所含的食料比例起來，應當把牠視爲一種很糜費的食物。我們在別章書裏，一定要研究到牠的成分。現在研究食物的價錢和牠的價值的比例，我們應當要存一種觀念，凡價錢增高，我們不是買牠的食料，實在買牠的香味。小麥粉和燕麥粉製的食物要算最便宜的食物。我們可知他們顯著的價值。在靠海的地方，鱈魚和鮭魚，要算最便宜的食物。凡我們花費比買這些魚更多的錢，買其他各種魚，或肉，或買獸，或買家禽吃，我們都是花錢去買香味。這話並不是說我們不應當花錢買香味，這不過說明是科學的事實，是人人所應當知道的。

當我們徵收什麼貨物稅，或蠲免什麼貨物稅，我們應當知道什麼貨物對於人民生活是需要的，這個智識從國家的利益看起來很要緊的。比方人人都同情苛徵酒稅，是公正的，因爲酒不是生活的必需品。徵收麥稅，說他公正可以，說他不公正也可以，但是我們至少要知道我們目下所徵收的，是什麼東西。現在很多的國家，徵收酒，煙，茶，和咖啡各種稅，收得很重，這些稅人們常常指爲食物稅，實在大錯了，因爲這幾種東西裏，沒有一種有食物的價值。

茶和咖啡和其他不是真正食物。然而酒，煙，茶，和咖啡，雖不是食物，於一國的命脈是非常重要的，因爲這類東西的消耗量都很大，並且這些東西都有對於人身有種種效力的化學物質；內中有幾分我們一定要說他有益，而有幾分是有害的，還有幾分我們所能考察到的，是既沒有益處也沒有害處。我們現在就要研究到這類東

西，但是在未研究這類東西之前，我們一定先把真正的食物再詳細講一下。先從肉講起，這也是我們的大宗消費品，關於牠有許多事情我們應當知道的。

我們在動物園裏，看見有許多動物，不吃別的東西，專吃肉的，還有許多動物是完全不吃肉的。然而這兩類動物都可以強健，所以『肉食』並不像有許多人所幻想是有關生死的大事。而這『肉食』我們就要讀到，是一個很重要的問題——實因為牠是一種貴重食品。

肉作為食物的價值

人們的食物問題，沒有像對於『肉食』問題的意見那樣歧異。而我們知道，各種動物對於這問題，也有各種極不同的意見。有許多人以為屠殺牲畜是一樁惡事，但是大多數人們都以為只要不是殘殺的，並不算是惡事。凡小康的人民幾乎都吃太多的肉；明白的人，都是這樣說的。至於小孩子呢，他們所需的肉食雖比長成的人少，而他們因食肉太多而起的病比長成的人更利害。魚是一種便宜而又好的『肉食』，蛋和牛乳一樣，也是『動物的食品』，雖說有些人自命為『素食家』，其實一天沒有牛乳和牛乳所製的食品都不能的。蛋對於小孩子，也像對於無論什麼人，是很有益處的，我們現在就要講到。可惜蛋和普通別種『動物食品』一樣，價錢不便宜。

我們現在要研究到的一種食物，是一種很重要的食物，且不問牠實在是怎麼樣。我們差不多個個人都歡

喜吃肉。肉的滋味是非常好，我們雖吃別種東西，也喜歡放一點肉的香味在裏面。但是有幾種議論，說我們不應當吃肉的理由，而又有幾種議論，說我們應當吃肉。然而無論如何，我們有一樁事可以敢信為不錯的，就是無論考察什麼事，在未考察之前，先懷有某種意見，那意見總是錯誤的。這有一個特別名詞，就叫『偏見』，那個名詞的文義，就是說在未有能力評判之前，先懷偏見；而對於這『肉食』問題，很多人存有偏見。我們一定要力求公平，要依真理為標準。

第一步，讓我們考察各種議論中最重要問題，我們究竟應當不應當犧牲生命供我們當食物吃。有些宗教已經教誨我們，說這是不應當的。世界上有幾部份地方，在那地方的人，看見一個極小的蟲在路上，都要把牠移到別處去，免得被人踏死，所以在那些地方，隨便犧牲什麼性命，雖毒蛇或害蟲的性命，都以為不應當的。恐怕那實在的真理是犧牲性命，以圖娛樂，是不應當的，然而為保養高等生物，而犧牲下等生物，或是很正當的；殺死一條蛇專為遊戲起見的，這或是不應當的，然而殺一條蛇，以救一個小孩子，卻是很正當的。我們吃到肉，當然總已經犧牲什麼性命。我們雖吃一個蛋，也不免犧牲性命，因為蛋是很幼小的動物。但是沒有一個人反對吃蛋，因為我們以為我們把蛋煮死時，並沒有施行什麼殘忍。那確是一個真的問題。至於談到牛羊，我們第一要記住，就是牛羊遲早都要死，因為各種生物都是要死的。倘若我們能立刻把他們弄死毫無痛苦，比讓他們死於疾病，或死於年老，仁慈得多了，更比他們被人類蹂躪以死，更仁慈得千倍了。所以我們可以說，當動物活着的時候，享受他們的幸福，雖說我們為自利而畜養他們，然而當他們生着的時候，所享受的一切幸福，總是我們賜給他們的。

這意思就是我們屠殺的最要緊的問題，就是看我們怎樣屠殺畜生。隨便什麼時候，只要我們想到牲畜的屠殺，若故意緩慢，並且故意殘忍——無論由於不注意或因為要節省費用，或因為肉的形狀要好些，或因為其他別的原因——我們就應當起來反對說，若非宰坊裏能將以上各種情形改良，我們便抵制『肉食』。倘使這些改良條件，已經照行了，那麼我們一定可以這樣說，我們吃肉雖說是殘暴行為，然而實在是我們賜給的也很多，畜生不由我們餒養，便不能生存的，以生活的幸福，而所要他們的犧牲，不過是一種各種生物生活上必有的犧牲，而且那是最小的犧牲——無痛苦，無怕懼的死。

所以倘若我們常想到宰殺動物的問題，我想我們對於道德問題已經圓滿解決了。我們現在可以進行討論肉食的好處和壞處，直把牠當生理學中的一個問題來研究。在未討論之前，我們應當要知道，有幾個很有趣的根據生物學的議論。

吃肉的和吃草的靈敏動物 我們研究高等動物，不能從他們的食物裏證明吃肉好，還是不吃肉好。肉食類的動物都是極靈敏的，他們的行動既快且從容，這是很確實的。我們在動物院裏，看那大貓和小貓都可以看出這種情形，將他們的行動和那些草食動物如牛羊之類的笨慢行動比較起來，很有趣味的。

我們還知道，狗是一種最靈敏的動物，牠實在是一種養馴的狼種，是肉食動物。但是世界上還有比狗更靈敏的動物，如猿猴類動物，卻沒有吃肉的。我們可相信肉食動物的智慧，並不是從肉裏得來的，但是實因為靠捕獵別種動物而生活的動物一定要機巧靈敏，才能生活呢。

高等猿猴的智慧，除了我們，要算世界上最高的了。然而他們的食物，是水菓乾菓等類東西。他們的牙齒和我們的牙齒很相像的；其數目和排列，實在都是一樣，不過有幾處很微的地方有一些差別。他們的牙齒，一定不是捕殺別種動物的牙齒。那大猩猩確有很大的犬齒，但是這種牙齒是做和別的猩猩爭鬪之用，並非為吃肉用的。

靠果實而生活的類人猿 要照上述的情形講——因為高等猿猴和人類大概都由普通動物遺傳下來的——我們或可以說，人類不應當吃肉。但是這個議論是不對的。第一，我們研究猿猴時，明瞭猿猴雖然不是捕食的野獸，然而假如把肉給他們吃，他們就立刻很歡喜吃牠，藉牠營養，能非常發達；有一位專研究這個問題的著名學者曾經證明，使我們相信人類因進化到聰明，所以他的食物由果實時代進步到肉類時代。照上述的各節講起來，雖說很有趣味，然而決非斷論。

又有一種論調，以各種人種的異點和個人不同為根據。有人們說世界上吃肉最多的人種，就做世界上領袖的人種，並且希望我們相信，那些人種所以能為世界上的領袖，全是肉類使然的。又有人說，吃肉最多的人種，是世界上最野蠻的最殘虐好殺的人種，並且希望我們相信，他們所以那樣野蠻的，全是肉類使然的。現在的問題就是：假使上述的那些話是事實，就像他們所說的那樣，究竟要發生些什麼結果呢？

不吃肉的力士和學者 差不多關於人類的一個最重要的道理，像我們已經讀過的，是他的適應的偉力。美國的蔬食家於二三十年間，不吃肉能有很好的運動成績，著出很昭著的學術。他們已經證明這事實了，無論

我們喜歡與否，我們一定要承認那個事實。

人們常說我們如若不吃肉，我們的體力和心力總要變得柔弱無用。那些話是不對的，我們一定要承認不吃肉的心力和體力，可以和吃肉的一樣強健。

有些應當吃肉有些不應當吃肉。反過來說，現在還沒有人證明，說人若不吃肉，心力和體力一定能見更強健。實在呢，大概人們大多數，這兩種食物都可以吃的，只要吃的得法。所以有許多人吃肉較好些，又有許多人不吃肉較適宜些。但是讓我們丟開這些例外的人，再研究我們可以確信無疑的事實。

肉的顏色一定是和牠的功用無關的。沒有一種東西，能變成紅的血和白的奶那麼好。紅肉的紅，或紅酒的紅，總沒有構成血的功用。肉的顏色只有一點是重要的，就是白色的肉，像雞胸肉，比尋常的肉類容易消化的多。多數魚類的肉，也是這樣。凡我們所吃的肉，都是肌肉纖維質構成的，而肌肉纖維的粗細和長短，很不相同。越是細小越容易消化；但是各種白肌肉，都不容易消化，因為這種肌肉，如蝦類的，既粗且厚，很難消化的。

如是我們明白，凡肌肉從食物的顏色，於牠的功用沒有什麼關係。然而滋味上，有些分別。凡一種食物受人歡喜，我們知道這種食物，有一種引起消化液的特性，那特性誠然是一種媒介。

肉羹對於少數人營養價值。還有一樁事已經證明的，除味美外，肉中的香味質，引起胃內消化液的力量，比別種食物為大。一個俄國大考察家已經詳細試驗出各種資料，考察起來沒有一種能比上肉所能引起的胃液多而容易。因此所以有許多人，食慾不好，要東西開導，每餐可先用一些澄清的肉羹。澄清的肉羹裏，絕對沒有

一些食物質料的，原來肉的有食物質料的部份，是固體而無味的，但是肉羹裏卻含有幫助胃消化的物質。我們應當吃肉的最充足的理由，不就是因為那香味質料能於胃有益嗎？

肉的真正營養價值，在乎牠一大部份的，無味，無色，無香的蛋白質，第二，在乎牠所含的鹽類。肉精祇含有肉的香味，除鹽類而外，別種食料全都棄去。

草食動物常常亂奔找鹽吃 草食動物因為他們沒有從他們的食物裏，得着充分的鹽類，所以有時跑多少里路，到有鹽的地方去，這是很有趣的。那些有鹽的地方，我們稱牠做鹽池。凡是生物牠的血裏都要有鹽，尤其不可缺一種叫氯化鈉的，就是普通食鹽。肌肉裏面氯化鈉很多，所以那靠吃肌肉而生活的動物，便得着充分的氯化鈉。

肉食對於兒童究竟有多大功用，這椿事是很重要的，我們一定要知道，所以我們現在對於這點要特別注意，因為在這部書裏，肉類對於我們的功用，實在比其他一般問題重要些。第一，兒童和別種生物一樣，各人各不相同；某孩喜吃肉，而某孩子或不喜吃。倘若他們的這種好惡是天生的，一定要依順着而行。如若一個兒童身體健康，食慾不會改變，他的身體有食慾做他的報告，能覺到什麼食物於他相宜，比任何人的猜想還準確。然而我們一定要明白我們所談的，是指天然的食慾，並不是談兒童已經吃慣某種食物後，養成的一種食慾。大多數的兒童，倘若常常吃很鮮美的有香味的蔬菜，湯汁，和牛肉精與肉羹之類，他們不久一定極喜吃肉，但是大概比本來他簡陋的，平淡的，更適宜的食物的兒童吃得少些，總之，我們一定應當依隨天然的情形。天生給很小的兒童吃

的東西，絕對沒有一些香味的，健康兒童的口和胃，決沒有要香味濃厚的食物的。

強逼幼小兒童吃肉真是愚蠢 若兒童不想吃肉，而強逼他吃的時候，真是再呆沒有了。兒童不要吃肉的食慾，比那要吃肉的食慾，當然近乎自然而正常的多。沒有一個以肉爲必需品的，肉類有害於人的地方，而對於兒童，並不見得特別有益些。大概兒童肉越吃得少越好；倘若常用別種食物給他吃，尤以牛奶爲最好，他一定會因沒有肉吃而失去他的氣力或活潑的精神。

肉裏面的香味質料，是有刺激性的，不但刺激消化力，並且刺激腦。如巴郎利比喜氏所言，那種香味質料，能使我们自覺自己的氣力。這種能力，確是肉類和肉類製品對於成人的真功用，然而卻有要刺激的時期和不要刺激的時期。那天真爛漫健康的兒童，是一個永遠動的機器，除非他睡覺時不動，而他的活潑的行動足使多數成人相形見絀。

爲什麼幼小兒童不應當多吃肉 如果要成人們和兒童一樣活潑，或許需用興奮劑纔行，但若兒童遇到什麼事，卻應當使他避掉過於受刺激，讓他安靜的到牀上睡覺。在當今時代，兒童往往尤其容易受刺激的，所以他們常常受刺激的害處。他們的睡覺，不很深熟，或做夢或忽然驚醒，而非常驚恐。其中有許多例子，只要我們有這智識，去阻止他們吃那無用的，有害的，有刺激性的食物，便能醫治他們。我們在後節就要講，沒有一個兒童是應當吃茶和咖啡的，也沒有一個應當吃肉或肉類製品的，祇能稍微吃一些。我們不必怕兒童要害病。那大猩猩，或象，或馬，並不缺乏力氣和生活能；然而他們卻無須從吃肌肉而能得到這樣的力氣。人類中最大最強力的

食肉的，若單就氣力來比較，誰也比不上那些巨獸的。英美各國的中上人家，吃肉總超過他們的需要，這是非常確實的，所以當然要超過有益於他們的了。因為肉是一種很奢侈的食物，所以拿經濟眼光看起來，當然嫌浪費；但是那肉裏面的刺激質料，倘若吃得過多，能傷害身體，比損耗金錢要可怕得多了。

人們要做真正蔬食家的大困難，我們可以很公平的說，最近十五年來，對於食物這問題所做的工夫，都在趨向減少肉食的重要，應吃適當的分量，而強固那些蔬食家的地位等。然而我們要記牢，如若真是單靠蔬食的食物生活，一定得很不良的結果。那些號稱為蔬食家的，吃牛奶，那牛奶當然是屬於動物的食物，又吃那牛奶製出來的各種食品，如乳脂、乳酪和乾酪，他們決不成真的蔬食家。

那吃草的動物，長大之後，固然既不吃牛奶又不吃雞蛋，要算是真正的蔬食家了。然而大多數蔬菜類的食物，如草，所含的真正食料很少，所以吃的分量一定要多，而消化工作非常忙碌。所以拿牛比，我們知道牠一定要有一種很複雜的胃，那胃佔很大一塊空隙，以致牠的身軀形狀和那獵狗的身軀形狀大相反對——因為獵狗專吃肌肉的精華，所以牠的消化器具可以非常之小。所以人類蔬食家的形狀，也往往不大秀麗。而且這是很容易證明的，人的消化器具一定不能如牛那樣能勝消化蔬菜類食物的負擔。人類的胃沒有那麼大或那麼複雜；而他們也不能生出那麼有力的消化液來。

在醒時不絕進食的動物，還有一個更饒趣味的事，就是時間問題。實際上吃草的動物，當牠不睡的時候，牠的完全時間都消磨於吃。我並不是說，假使我們把特別富有滋養料的蔬菜類食物給牠吃，牠也那樣。但是

我們照蔬食咀嚼，和消化食物所需要的那麼多的時間和工作，我們立刻就覺到蔬食家一生一世要比吃那精華或容易消化食物的人，多費不少工作在進食上，而那種吃精華的食物的人，可以省出多少光陰幹真正人生的生活；因為我們人類無論如何一定要吃了幹生活的，不是專以吃為生活的。

魚當然是一種肉品。牠是一種很好的食物，很便宜的——除非我們情願化錢買香味——且吃很多的魚比吃尋常肉類少傷身體些。人說魚有養腦的特別功用，是不確實的。魚所含的磷質，並不見得像人們所設想比其他食物所含的磷質多些。

雞蛋作食品的营养價值 雞蛋是最上等的食品。我們知道蛋變成什麼東西，除由蛋殼一些養氣外，構造小雞的各種物質全在裏面呼吸進來的。蛋白大半含的是水分；實在只有十分之一有零是蛋白質。蛋黃是最富於滋養料的一部份，差不多所含的三分之一是脂肪。而蛋黃裏面的脂肪，和別種食物比起來，要算最容易消化的一種脂肪。雞蛋很富於蛋白質，石灰質，和鐵質。凡是這些物質，蛋黃裏的都比蛋白裏的多。所以蛋黃對於貧血的人，尤特別有益，而於軟骨病兒童，不見得有什麼特等功用。但是這都是指能消化牠而言。除牛奶之外，沒有一種食物如蛋黃所含的石灰質那麼多，而那石灰質、鐵質，和蛋白質都非常容易到身體裏去。

一個蛋越煮得嫩越容易消化。一個煮硬了的蛋要在胃裏多停滯三小時——差不多比一個稍熟的蛋多兩倍時間。實際上，蛋的全部份食料都能被身體裏吸收的——和那別的許多食物，其中多數食料不得到血裏去的大相反對。

最適宜於男孩和女孩的幾種食物 所可惜的我們不能把雞蛋當着便宜食物。倘若他們的營養價大家明白，他們的來源設法豐富之後，或者也要便宜些。雞蛋和牛奶一樣，兒童無論幾歲都可以吃，一歲後的小孩，就可以着手取一點蛋黃給他吃了。對於隨便多大的兒童蛋白質，最好的來源要算牛奶為第一；其次是燕麥，小麥，雞蛋，和小雞；而最後是嫩煮的肉類。牛奶和牠的製品和蛋黃，也都是各食物中脂肪的最好來源。

曾經詳細調查多數工廠的幼工裏，那結果是：在十三歲到十六歲之間，拿牛奶當早飯和晚飯吃，要比吃茶和咖啡的發育差不多迅速四倍。

我們已經知道了幾件很重要的食物，人的身體全靠他們構造起來的。我們第二步要研究到我們常吃常喝的幾種物質，但是那些物質並非真正的食物。

茶咖啡和菸

我們現在一定要討論我們使用得很多的許多物質，但是這些物質，我們不能稱牠食物，因為他們並不見得對於我們的身體，能增加些能力或構造些組織。假如這類物質，絕不做什麼事，倒也沒有討論的價值了；但是他們雖不是食物，他們對於身體實在有些作用，而不是每天使用其中之一種的很居少數。所以我們一定要明瞭他們的作用。

第一步我們一定祇敘述幾種所謂調味物的，其中有幾種刪去不講。照文義上講起來，所謂調味物的意思，

就是我們常用以調和我們自己食物的那些東西，像鹽，胡椒，芥末，和醋等。其中的第一種，可稱為我們所謂調味物，因為牠有一種很堅強的滋味；但是我們已經知道，牠是一件極重要的食物，沒有牠我們就要死了。然而其他各種調味物，大不相同。他們沒有什麼食物功用；他們能刺戟胃黏膜，實在有害的。

這有害情形不過很稀少的，然而如若一個人過於嗜好醋類，會發生那種情形的。我們吃這類東西，不單是因為他們自身的香味，我們對於他們自身并不十分注意的，並且因為他們於我們的口，舌，和鼻內的神經，有一種作用，使我們的食物的滋味和香味，更覺濃厚些。倘若我們的胃口不好呢，這作用是於我們有益的。這類東西也有引起胃內分泌消化液的大作用，所以倘若我們的胃分泌的消化液不足的時候，他們也於我們有益。反之，很多的人們吃這類東西，遠過於適宜限度，所以他們應當最後加入於他們食物內的，只有引味的物品。

我們知道，除鹽而外當然沒有一種調味物，宜乎兒童的。兒童們有好的食慾，和好的消化力，那些調味物可以省下來，留着到他們沒有這兩種物質的時期再用。若消化器的健全發育，未曾受食物裏攪有不自然的物質所阻礙，那麼這種時期決不會遇到的。我們現在就要明瞭這篇裏所討論的幾種東西，凡研究過兒童食物的人們，一定公認是和那些調味物一樣，不宜給兒童吃的。

全世界開化的地方，人民喝茶和咖啡很多，或喝飲料，由別種植物製出來的，別種飲料裏面所含的成分，實在和茶和咖啡所含的相同，所以我們專講茶和咖啡兩樣。茶和咖啡當然各有各的滋味，而那滋味的不同，一定由於某種東西使然。茶樹裏所含的揮發性油，和咖啡樹裏所含的絕對不同。那些揮發性油，有很可人的滋味和

香味，但是他們對於身體上，沒有什麼重要作用。使茶和咖啡能引人的東西，實在是兩種東西所共有的一種物質，這種物質有幾種別的植物也有的。這種物質有時叫牠茶精，又有時叫牠咖啡精。這是一種很奇能的物質，我們所知道的各種東西，沒有一種和牠相仿的。這真是世界上所發現的真正的腦興奮劑。別種東西，如酒精，



茶

看那形狀似乎能興奮腦，然而我們就要知道牠是徒有形狀而已。但是咖啡質實在能使腦的工作更加靈敏，牠後來並不發生反應的，這就因為牠是一種真正的腦興奮劑的緣故，因為牠對於腦的純粹作用，我們知道是一種藥品，能提神不眠。

使學生通夜不眠的興奮劑 醫學學生預備考試，不單吃茶和咖啡，並且吃純粹咖啡精，這是一種苦味的白粉，在預備考試的上一夜，就吃這種粉一大量。我並不是說這法子是不錯的，然而牠卻能使一個人醒着不睡，延幾個小時辛苦攻讀，如若不用這法子時，恐怕他不能睜開眼睛了。若常時運用這法子，發生惟一的現象，就是那藥覺得不如起初靈驗了。

上面說的那些話，並不是說我們用茶和咖啡，可以不傷身體，因為我們常見是有害的。於那不忙考試的人們，和那些不難於醒着而難於睡着的人，用這些東西，就於他們有害了。那不能熟睡的人們，應當要養成一個習

慣，五點鐘以後，或午後，一點茶也不吃，全天一點茶不吃或更較好。

然而還有一椿事，很多的人因茶受傷，並不是受咖啡精的傷，卻因為茶葉裏面含有一種奇怪的物質，名叫做「鞣酸」，或叫「單寧」，原來於消化作用是有毒的。如若我們放一點純粹鞣酸在口內，我們立刻覺得牠使我們口枯燥，牠到胃裏去，也是這樣的。這就是因為消化液不能自然分泌的緣故。倘若我們受安眠的妨害，和消化的障礙，大概都可歸罪於飲茶過多。

泡茶的正常和謬誤的方法 中國茶所含的鞣酸，比別種茶少些；然而實在重要的事在於茶的泡法。細心的實驗，曾證明開水約三分鐘光景，能把茶葉裏面的咖啡精和一切香味全行提出。在這時期內鞣酸浸出極微。

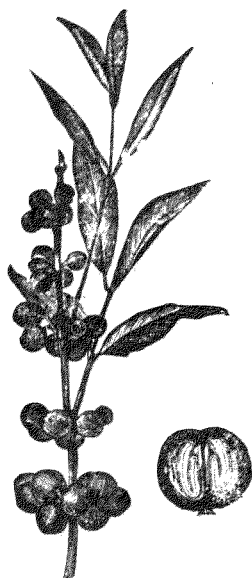
倘若我們再繼續泡呢，我們不能再得到什麼可口的或有用的物質，只是多得些鞣酸。那鞣酸的浸出是越浸越多的，直到四十五分鐘之久為止。在五分鐘以後浸出的鞣酸，比三分鐘以後的更多。所以西洋人從前喜歡煮茶或煎茶，那是大錯了。茶是應當泡的；就是說應當拿開水沖到茶上面；過了四分鐘之後，就不能再泡了。精於喝茶的人說，最合宜於泡茶的水，是從流動河裏取來的水，而最不好的是井裏的水。這話的理由，就是說應當用富有氣體的水。像他們儘讓茶壺繼續在那兒煮，便要把那些氣體全都驅出，使水變得平淡無氣，而減少茶的風味了。所以泡茶應當用煮沸不久的水。

使一杯茶裏能得最大價值的方法 倘若我們不得已而用平淡無氣的水，我們應當用兩個水瓶由高向下，從甲瓶傾入乙瓶，使牠能從空氣裏得着些氣體。假使是硬水，應當放一些重碳酸鈉在茶壺裏去。品茶的人用

茶，比我們大多數人所用的較少。水壺應當沸透，因為水若不到沸點，而用來泡茶，那茶葉裏有許多能使生很好的香味的物質，不能到水裏去。我們切不可把茶復煎，因為第一次煎，一定已經將葉子裏面的有價值的物質泡出了。若能照上述那些泡茶規則而行，能從賤茶裏，得到比那雙倍貴的而做得不得法的茶更精美的飲料。

讓我們記住，那做得得法的茶，差不多要算世界上最無害的飲料，而很多的人，有很多的地方實在受牠的利益的。美國差不多每天要消費四百萬咖啡的茶，這樣巨大的消費裏，祇有極微的病害，而這病害是由於許多人們

做茶時不注意牠的方法而起的。



咖啡

別——那就是說咖啡和牛奶調和起來，一杯裏差不多有一釐重的咖啡精，茶裏大約也是這樣多。然而假使我們飲深黑色的咖啡我們當然一天要飲下許多咖啡精下去。咖啡裏有一種特別而有力的揮發性油，能使少數人昏迷，所以他們雖能飲茶，而不能飲咖啡。

劣茶和劣咖啡之害處 我們製咖啡的一個最普通的謬誤，就是把咖啡弄得太嫩。那咖啡漿果，應當臨時焙炒，不能過枯也不能過嫩，將要用的時候，須先把他們磨一磨。水應當和燒茶用的一樣辦法。金屬的鍋釜是不合宜的，尤以構造複雜的為更壞。金屬的鍋釜很難洗乾淨的，而那殘下的宿咖啡要把新咖啡弄壞了。倘若

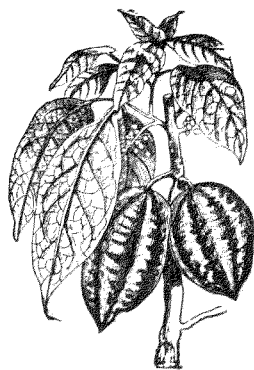
讓咖啡在鍋裏稍停一下，可以無須再濾。用簡單的瓦缶瓶壺最為合宜。假使一個人覺得睡眠不熟，假使又是嗜好咖啡的，他第一樁事，先要減少他的咖啡飲量。

黑色咖啡雖然比茶性強烈得多，但比那做得不適宜的茶害處較少——即使有害處是比較的少。上千百的女孩，因喝那終日置在火上茶壺裏的茶而障害他們的消化力；然而這種害處，答在鞣酸，而在咖啡精。咖啡莖裏，所含的鞣酸不多。兒童不應當喝茶或咖啡。我們並不是說那年齡較大的兒童，偶然飲一點性很弱的茶，一定要傷身體，不過他們以不吃為更穩妥。兒童的爛漫靈敏的腦，不住的蒸蒸日上，是無須刺激的，至於這類東西是與奮劑，而不是食物。而且我們鼓勵兒童們喝那些東西，足以妨礙他們的喝真正重要的牛奶的飲量。還有一層，很多的兒童傍晚的時候飲茶，受了刺激，到夜裏睡不着，而茶是那睡不着的真正原因。

爲什麼原故小孩子可以盡量飲可可而不受傷，可可有一二個重要點，和茶和咖啡不同。牠也含有一種和咖啡精很近似的物質；但是牠是性質很弱的興奮劑，無足注意的。所以我們雖不准兒童飲茶和咖啡，卻可以讓牠們儘量喝可可。這是很重要的一點，因爲兒童們歡喜熱東西，而熱飲料常於他們很有益處。所以倘若我們在熱牛奶裏，放些可可下去使牠香味，能使他們多喝些牛奶。我們仗着可可等類的幫助，使兒童們吃下去的牛奶和糖的分量，是不可思議的。很多的人以爲可可自己是一種有用的食物；但是事實上，我們杯子裏并放不了許多可可，而裏面有可可是很重要的食物。可可裏的脂肪稍微有一點用處，但是常常阻礙消化，所以很多兒童，不喜飲可可。又須知道的，各種可可製法上是大不相同的，所以兒童不喜喝某種可可的，或許願意吃另

外一種含脂肪較少的可可

若兒童的牙齒養護得法可以儘量吃可可糖 誇讚可可好，不如誇讚可可糖好，那真是一種很有名的食物，



可可

法，和養護的得法，那可可糖裏面的糖可以無須怕的。世界上人類中牙齒最好的要算黑人，而他們差不多靠吃甘蔗生活。

酒精和菸不是食物乃是毒物 我們已經知道，隨便什麼東西到我們身體裏去的，我們一定要拿食物的眼光來研究牠，不問那東西是我們所開食物的，或像氣體，像我們所呼吸的空氣。很多的人把不是食物的各種物質攝入體內而成習慣，那是我們不可不知道的。那些物質中最重要的是菸和酒精。目下又有許多人們使用不少別種東西，但是我們無須討論他們，尤其是因為菸和酒精的性質等和他們的性質很相同的。這兩種物質都是毒物；換一句話說，若用其一定大量——那恰好的分量，要看一個人的年齡和體重，以及其前有沒有吃過藥物等——能中毒而死。講到吸菸是有毒的一層，沒有人疑惑了，而很多人對於酒精是否毒物的問題，還沒有知

道。他們以為人說酒精是毒物是不對的，因為許多人天天飲酒精，並不致毒死。

會中毒的和不會中毒的毒物。但是世界上各種毒物，有能毒死的分量和不毒死的分量。比方我們所呼
吸空裏氣的碳酸氣就是這樣。碳酸氣是一種毒物，但是除非到那中毒的分量，牠並不毒死人的。分量輕些，祇
能傷人，或身體能完全抵抗牠，而不致受傷。然而身體無論用什麼東西來拒絕牠，身體一定要有相當的犧牲。



菸

菸是一種植物的葉，而葉子裏含各種物質，
內中有一種叫做『菸草精』 nicotine，
那菸草精若純粹服用時，非常有毒。想起
來是一定不錯的，菸草精和酒精到一定程
度，於各種生物是有毒的。三分之一釐的
菸草精可以殺死一個人。嗜菸的人，或把
菸草燃吸，或咀嚼，或把牠研細，製成鼻菸嗅

入。我們在此地不問所用的是那一種形狀，因為其結果都是同樣的。我們知道菸葉燃燒的時候，其中當然要
起很大的化學變化。人們嘗說，當吸菸的時候，那菸裏面的菸草精和其他別種毒質一定都被燃化或把牠氧化
而成碳酸和水。但是無論誰在第一次試行吸煙時，立刻就要發覺身體裏起些奇異的感覺，所以最近已經確實
證明，菸草煙霧裏確含有菸草精的。

菸葉裏所有毒菸草精的大危險 那被燃的菸葉裏面的菸草精是被毀壞了，但是在那被燃部分和吸者口唇之間的菸草精，受熱化成氣體，因此吸入體內。若吸煙的人祇把那菸草精吸進去，然後再把牠呼出來，除他的口部之外，並不受什麼影響。吸煙的效用，不在吸進去的東西而在被吸收的東西；正和那飲食的效用，不在那嚥下去的東西，而在被吸收的東西一樣。

然而菸草精是一種有揮發性的，活動的物質，很容易通過口腔黏膜而入血液裏去。那無智識的人們往往吸了進去不噴出來，而玩一種吸煙到肺臟裏去的技藝，他們並且教兒童也這樣把紙煙的煙吸進去。我們一經照這樣吸了之後，便很難罷休的。像那樣吸法，煙霧裏很多的東西被吸收進去，這因為肺內很大的全表面——我們知道，如若把牠展開來等於二千方尺——受着煙霧，並且肺內表面是一種特別適宜於使氣體互相交流的。還有一層，吸煙的人才吸進去，那煙霧便通過用以說話唱歌的聲帶。煙霧裏滿含着固體的微點，於是停留在聲帶上面。煙霧裏氣體的大多數很有刺激性的，並且都是熱的。

吸煙草怎樣損壞音調而傷害肺臟 所以無論誰，若時常吸入菸草的煙霧，雖使不起什麼別的傷害，然而牠發的音調遲早總要損壞，這是一定無疑的。要虛說尋常吸煙的禍害很容易；但是我們現在所知道的，那用口吸入噴出的，和那通過聲帶吸到肺裏去的是大不相同。凡教導和勸誘兒童吸煙的人，不能算是那兒童的朋友，卻是他的無智識而殘暴的仇敵。

有不少成長的人吸煙，不能使人指出他們是傷害他們自己。煙和別種毒物的情形一樣，第一次的效用是

不再來的。我們已經知道，各種生物有慣於應合環境的奇能。所以通例，身體在短期間內能學習怎樣受煙裏的氣體而不致受障礙。用科學的話說起來，就是身體已得對抗這種毒質的免疫性了。身體對於別種毒物，例如鴉片，也是這樣。凡鴉片和別種毒物，所用的分量常不絕的增加。至於菸草量的增加不大使人注意。

但是凡這些質料，我們才消費一點過一次癮之後，在某期間內，我們覺得又要消費一些過第二次癮了，這是一定的規例的。身體裏面所有某種變化，我們開始研究在下面。

爲什麼嗜菸的人不安靜爲什麼菸草能安慰他 那原來的毒質，像菸草精或鴉片裏的嗎啡。後來的變化在身體裏破壞起來而生出另一種成分，那種成分於身體的效用，和原來的毒質大相反對。這句話聽起來很奇怪；但是事實上我們知道，有好幾十種植物，含有兩種互相反對的有效成分，內中有一種是從那一種裏發生出來的。如是，嗜煙的人體內的變化，是那菸草精形成一種對抗菸草精的成分，使他有點暴躁和不安靜；然後他再繼續攝取些菸草精——那就是說當他繼續再吸——便使他覺得安寧而適意。所以有一個特起的名稱常叫『毒氣的循環』。常常有人說，吸煙是於人有效用的，因爲煙使人覺得更加適意而安寧，改良人的性情實在是不錯的。這句話誠然是不錯；然而我們要申說爲什麼人要吸這些東西的原故，因爲他的情性和慾望，已經受上一次吸煙的效果，顛倒昏亂了。一個人可以吸很多年的煙，而祇要幾天能完全除去他的煙癮，這因爲他的身體已驅除那最後一次吸煙所遺留下來使他再要吸的物質。著這書的人，曾吸過十四年煙沒有間斷過，他自己行試驗，所以他知道上述的那些話是真情。

絕對不吸煙的大利益 很多吸煙的人，他們心裏明白吸的煙是太多了，頗減少一點。他們可以有幾種減少的方法。比方定一個規例，祇在餐後吸煙，或祇在日間某時以後纔吸煙；或者定一個規例，身邊決不放煙，這法子是真的。很多人已經發見，倘若他們吸很強性的薄荷腦，他們減少吸煙量要容易些。

凡關於煙類的書籍，都承認最好是勿學吸煙。沒有一個人能說吸煙是天然的；沒有一個人能證明牠有什麼益處，除非牠能舒解牠本身所生的病狀，而那舒解中又要再生的病狀；即縱使牠對於生命沒有什麼損害，然而往往害於盲症，心臟弱病等，並且很損耗金錢的。然而即使有人勉強爭辯吸煙是長成的人的實在有益的東西，無論如何總沒有一個人敢爭辯，牠對於不問長幼和男女兒童是有益的東西。沒有一個人能說兒童需要菸草的；沒有一個人能證明菸草對於兒童有什麼益處。況且正在發育的身體，比已經發育的身體受損害當然更利害些。凡任何毒質都是這樣，決沒有例外的，而對於各種生物，植物，動物，或人類完全一律確實的。

成人的事業和稚子的舉動 因為菸是一種毒物，沒有一個兒童自己嘗試過。兒童最容易受議論的鼓吹而動意，那種議論如若理是不錯呢，卻是世上最好的一種。這議論比這吸煙更邪僻的事情，兒童也容易聽從。那兒童要吸菸飲酒，或做什麼別的事，完全是因為比他年長的人做那些事的；所以那些年長的人說，兒童要學做成人的事，和他們一樣。實在成人的真標記並不是我們應當要吸煙，或飲酒，或剃鬚子，或有六尺高；而成人的真標記在於我們自己，我們以為什麼事是對的就做，我們以為不對的就不做；而未成人的真標記是看見人做什麼事就做什麼事。所以世人說『做一個成人』，他們實在『做一個稚子』，我們對於那種議論，應當那樣答覆。

這是一件很重要的事，因為除吸煙而外，其他別的事情都不外這道理；而就使單關於吸煙一層要明白這道理，也十分重要的。

那一種小孩子是真正的成人併創造歷史的。著這書的人還記得和昨天做的事一樣，當第一次吸煙的時候，覺得自己長成了，有成人的氣概了，和年長的兒童一樣聰明了。沒有一個人希望兒童們有做成人的「觀念」，然而兒童們做這些事的時候，被他們年長的兒童們誇獎，他們就自然而然的覺得有成人氣概了。然而一個成人和一個稚子的分別還不在此；若要談到那種分別，雖成長的人也可以和稚子一樣，無論幾歲的兒童不問世上愚人怎樣，自己決定什麼事應做和什麼事不應做，但是並不做成人所做使自覺煩惱的事，那就和成人一樣了。像這種樣子的兒童和這種樣子的成人，纔能創造歷史，那歷史使世界上能有今日的價值，並且將要使這世界將來有更大的價值呢。

在前幾年美國有幾州，對於兒童吸煙問題很有許多議論，而人人都「異口同聲」的說是應當禁止的。這卻一點不容易做到的，因為關於兒童的事情，正當方法應當由兒童的父母留心，然而有許多兒童的父母不關心這些事——那臥在小兒車裏面的嬰孩，他的母親把啤酒給他嘗，又小學生的父親看見他吸紙煙，覺得十分得意。然而在英美各國有幾處地方，關於兒童吸煙已經定有法律，那法律無論如何對於吸煙這層，總得保護些兒童和愚民。

輔助我們做正當事情和行爲的學問 隨便什麼兒童，在十六歲以下，如被發覺在街坊上或公園裏吸煙，警

察和公園的守衛一定要來阻止他；而且還可搜查他的口袋。賣香煙的人如若賣煙給兒童，就要被罰。這確實是很正當的法律，但是我們要知道還有學問的功用和開導人民使他們能自治的智識。一個兒童因為讀過吸煙的害處，覺得不吸煙聰明些而不吸煙的，比因為怕被警察發覺而不敢吸煙的，要好得千萬倍了。使人民做正當的事情，常常用上述兩種方法，而那從外面強逼的方法當然是不可缺的；但是對於人們自己和世界最有價值的人，就是心裏能自治的人，而學問有輔助人們自治的大功用。

我們身體裏的神經森林

我們若在肘部的背側或漸向內側，很柔和的按觸，我們發覺有一種東西，似乎像一根帶子。倘若擠握牠或猛然的打牠一下，我們便覺得有一種所謂『痠筋』。這是一種神經，是各種靈物的最靈的東西。假使我們拿一根神經來看，看見牠不過是一條索狀物，是由許多細線叫『纖維』的構成的。實在那些纖維是真正的神經。那粗的索，不過是許多纖維的一束，而各神經互相往來的道路而已。

神經纖維，大概是植物世界找不到的一種東西，然而這些東西在動物界最低級的裏就有發生，而他們的重要和數量是隨動物的進化而增加的。身體中沒有一部分沒有神經分佈其間，如若分佈其間的神經受傷或割斷，那一部斷無不受傷的。

我們考察一根神經纖維時，看見牠是一根很長的線，普通由一層鞘包圍牠，那裏面含有許多特種的脂肪。

從很多方面看起來，我們可以想神經算一根電線，而那外鞘可以當我們所謂「絕緣體」——就是防止走電的東西。把近世的海底電線，如大西洋底下佈設的電線割斷，觀察那割斷口的形狀很有趣的；割斷之後，我們可以再取一個適當粗細的神經將牠割斷，把牠擴大開和割斷的海底電線比較。我們立刻看出，人們已經知道造海底電線完全仿神經的造法，用許多細的大纖維和小纖維，各細之間都密密的隔起來。神經當然是比海底電線奇能得幾百萬倍，然而那神經纖維的細法，和每細的包法，防止走電的法子和海底電線簡直一樣的。

當我們打中驚動那所謂「痠筋」時，我們覺得我們的指頭一陣顫動。原來我們已經驚動那從指頭傳達感覺到腦裏的神經纖維。換一個方法我們驚動神經，肌肉便要抽搐。原來我們已經驚動那從沿神經由腦裏傳達令到肌肉的纖維了。這個證明那神經傳帶東西，隨便向那一頭傳，都可以從腦裏發出去，或外面傳到腦裏來。所以神經纖維是一個傳令的人。牠和海底電線的內線一樣。他們並不發命令，不過傳達命令。沿線傳的東西，隨便向那一頭都可以。大概那專傳一種東西的神經纖維是能祇向一個方面傳的。

在我們的身體裏遍傳消息的活神經 那電線是傳電流的，只要那線不破裂，隔護得好好的，電流都可以走。那線是死的，我們雖不明瞭牠裏面有什麼東西，然而牠沒有那神經的奇異，這等到我們觀察神經就知道了。

因為關於神經，有一樁應注意的事，就是祇在神經活着的時候，牠傳帶牠所傳帶的東西。我們可以從一個殺死的動物裏面，取出一段神經來，用各種方面來研究牠。倘若我們弄一點鹽水把牠養住，再使有適宜的溫度，那神經可以活很久的時間，當牠活着的時候，有什麼東西驚擾牠的一端，牠會傳動到另一端去的。但是當牠死

了的時候，牠將和一根線一樣，一點消息不傳帶了。究竟什麼東西，鑄成那神經活着和死着的分別，我們不能知道，或等到我們能明瞭生命是什麼東西那一天，我們就知道了。我們在顯微鏡底下不能看出這分別出來，因為我們要把神經放在顯微鏡下，一定要先將牠殺死的。

沒有人能知道神經流的神祕 沿着神經流的東西我們稱牠叫『神經流』。流不過就是那東西會走動的意思，而那句話差不多盡我們對於牠所知道的事情了。這東西和世上無論什麼別種東西不相同的；我們所知道，牠是完全靠着神經的生命的。牠並不是電。當一個神經流沿着神經走的時候，神經生很奇異的變化，而許多變化中之一種，是生出各種電流，那各種電流，我們對於他們久已有詳細研究。此等研究都顯示那神經流沿着神經走時，神經裏面已生有一種電氣變化，而研究這些電氣變化，可以使我們對於神經明瞭清楚。然而以神經流為一種電流，是大錯而特錯了。

那海底電線裏的或無論什麼別的地方的電流，和神經流走動的速度，完全不相同的。神經流已經再三測驗過了，和電流比較起來，走動的速度非常之慢。那神經流走動的速度，似乎和那棒球所擲的速度一樣。一個電流比這個要快幾十萬倍呢。

當神經傳帶一神經流時，牠不見得比電報的電線所消費的多些。所以我們不能使一條神經疲倦。只要當牠活着的時候，不問你怎樣驚擾牠。牠總得進行傳帶的。至於神經細胞，那就大不相同了。

我們一切感覺所依靠的神經細胞 要記住上面所談的，不過全是關於傳達命令的事情。我們適纔所講

的是許多傳達命令的中之一，正和一個人取一段海底電線來研究一樣。但是我們若要研究電報學，我們應當研究那海底電線的起頭是什麼，而研究神經也應當這樣。我們知道我們能够打擊神經，即如我們打擊我們的「痠筋」或擠捏牠，而激動牠，此外還有不少別的方法，譬如在牠的一端給以電擊，或滴些化學製品在上面等。但是那當然不是我們身體裏的自然現象。我們一定要尋出神經的來處。

每一根神經纖維是從神經細胞生出來的。牠是那細胞的一部。牠不過是細胞的僕役，從細胞裏傳命令出去或從外面傳消息到細胞。那最大的神祕，伏藏的和各樣事情所倚靠的真東西就是神經細胞。當我們研究身體的發育時，我們見各條神經是從細胞生出而屬於細胞的；我們又見倘若一個細胞割壞了，那鄰近細胞的部分並不受傷，然而和細胞遠離的部分卻一定要死。我們又發見若一個細胞被損毀或受毒，那從細胞裏面出來的神經纖維一定要死的，倘若一個神經細胞已經真被殺死了，那神經纖維決不能復原的。所以像這些「海底電線」不僅是活着的，並且他們是由活細胞所生的，他們確是細胞的有生活部分。這是一種奇象，足使海底電線和神經比起來，變成極簡單的了。

生長在我們身體裏稠密的神經林 一個神經細胞，有的祇分出一根纖維，有的分出幾根。我們常常看見神經細胞為某種目的，每端伸出一根纖維出來。隨便從什麼神經細胞裏生出來的纖維，總和那別的神經細胞裏生出來的纖維相遇。所以我們能追尋腦內任何部分的神經纖維，而找到他和腦內其他部分的神經細胞所分出的神經纖維相遇。究竟是不是兩根纖維互相交通的呢，這是很有趣的。經詳細考察，知道纖維決不會

兩根互相交通的。在他們的終端，分裂成幾個微細的指，而兩個纖維的指交組起來；但是他們決不互相對趨的。有些人說的，倘若我們考察腦髓裏當見很多神經細胞和神經纖維一同存在，他們簡直和稠密森林差不多。他們的枝葉互相混雜，極其稠密；然而他們決不實在接連起來。我們決計找不到一個葉子，屬於兩顆樹的。

一個蜜蜂或黃蜂的簡單腦髓像什麼模樣。上述各節都很重要的，因為我們因此知道神經的組織，正和一種氣體由原子構造起來的，一個身軀全體是由細胞構成的一樣，牠也是由許多單位構造起來，那些單位也叫做『細胞』。這些細胞雖然是一種特種的，能生出那立刻伸幾寸或一尺遠的纖維，然而每一個細胞仍然是真單位。那極低級的動物，有神經細胞和神經的很是少數，而裝置很是簡單。他們的裝置大概祇便於從該動物外面將感覺傳帶到身體裏面。但是像我們進化而成高等動物了，神經細胞和神經非常多，而往往為便利起見，許多神經細胞和神經結在一處，成一個小球，每一個小球是一種神經的中心點，大概和電話接線處一樣。

當神經細胞的集落漸大，他們成一種東西，我們祇能稱牠為『腦』，像一個蜜蜂或一個黃蜂的腦。那神經細胞和神經纖維的全部裝置，稱做『神經系統』。

當最初有脊骨時，也就發生了許多新神經細胞和神經纖維，而這新神經系統的中樞本營是在脊骨裏面。那舊神經系統如昆蟲所有的仍然存在，而新舊系統間成立交通。

腦怎樣經由神經收發消息。凡有脊骨的動物，這兩種神經系統系都有，我們大概這樣說，那舊系統實在和未有脊骨前的系統一樣，管理身體內部的生命，而新神經系統是心思的器具。在牠的上端脊骨裏的長管開口

於顛腔；而脊背裏面的神經質我們稱爲「脊髓」的，在顛腔內擴大而成我們所謂「腦髓」。

腦髓和脊髓構成我們常稱爲「中央神經系」，從顛腔諸孔和脊背邊的開口，穿出許多神經，那些神經中央神經系統與身軀各部接連或身軀各部與中央神經系統相連。

這覺得很清楚的，無論我們研究那祇生毛髮的細胞羣，或其他身體極不重要的部分的，我們常常發見牠和中央神經系統有一種完全的重複連絡。腦，或脊髓，或兩樣都可以發消息到各部，這消息是各部的生命所依賴的，而各部也能將消息送給他們。

當我研究到中央神經系統時，我們知道牠所以由重複連絡裝置起來的，因爲要使身體各部有和別部連絡的必要時，定能互相交通。因爲有這種的精奇的連接交通，所以才使人明瞭身體雖有無數的部分而猶能連爲一氣。沒有一個城市，其中電話，電報，郵政局，和信差，無論怎樣多，牠的組織總沒有約翰培揚 John Bunyan 所謂「人魂」Mansoul 城裏的神經組織千分之一的奇妙。

往來我們身軀各部的神經林 我們已經讀過關於神經的重要事情。倘若我們祇知道那心臟內膜，靜脈的壁，爪的根，各根肌纖維，以及身體其他各部，都是由神經把他們和中央神經系統重複連絡的，我們不必再問神經怎樣往來法，和在什麼地方往來了；然而醫生當然要「積年累月」的來研究牠。我們現在一定要專心研究中央神經系統，而尤要注重於腦髓。

從前我們論酒的時候，我們已經知道中央神經系統包有幾層，而動物的身體愈進化到奇妙時，新層次堆在

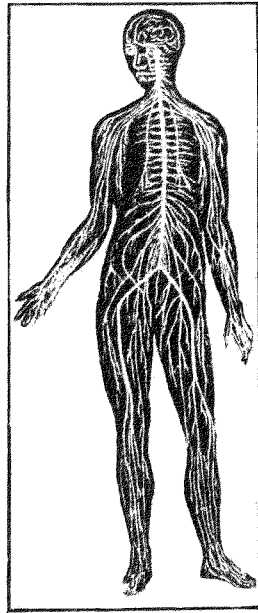
舊層上面，而各新層好像是在牠底下的舊層的主人。我們從這個裏面纔明瞭腦和脊髓的工作。脊髓可算是最舊的；牠現在的職務是管理那些腦髓所管不到的事情，如胃的動作等。牠是人體中一個最信任的最負責的管事長，牠和人家的管事長一樣，不僅管理牠本分的許多小事免得煩擾主人，並且也是主人意旨的交通者。通例主人發命令給管事長，而小管事長再來做其他的事情。

對於腦做管事長的脊髓，反之，工人等有甚話說，不到主人那邊去，卻會晤管事長，而管事長將此話傳達主人；脊髓所做的事也是這樣。當我緊握我的手時，我的發命令的腦並不直接向手上的肌肉說的。神經纖維沒有直接從我的腦髓走到那些肌肉裏的，可是神經纖維是從腦走到脊髓裏的，那脊髓是我的管事長。他們發命令到脊髓裏的某神經細胞，而從這些神經細胞分出神經纖維通到我的手肌。又若我覺得皮膚上有牽動的時，我皮膚的神經並不直接通到我的腦內；他們通到脊髓裏的神經細胞，再從那邊轉達到我的腦內。

倘若我們切斷脊髓，取一片很薄的切片，用各種顏料來染牠，顯明牠的構造情形，我們便看出牠的結構和牠的職務完全符合的。我們看見裏面有纖維和細胞。其中有些纖維通到腦內，有些從腦發出的；其中很多纖維是從脊髓裏細胞生出，而通到脊髓以外的部分，就在該部終止。倘若我們把脊髓當一個大交易所或一個大商場幻想一下子，這些纖維和從外界來或到外界去的私有的電線一樣，專連接此處商場和彼處商場。

保藏中央神經系統的奇妙匣子 脊髓的功用全仗着這精細組織，結構得使各部分對於其他部分所做的事都能知悉，而使他們各部分遇有需要時，能協力的做——事實上常常這樣。下面的圖畫是顯明中央神經系

統從那精奇的匣子——就是顱骨和脊骨——裏發出的形狀，這匣子專為保護牠的。在圖內上端，我們看見脊髓逐漸稍稍變厚，成一種我們所謂『延髓』。這名稱不過是腦髓這部分的種種名稱之一。這延髓內包含有一羣神經細胞，那些細胞管轄我們的呼吸的，如果把牠弄壞，我們立刻就死；還含有一羣管轄血管縮張的神經細胞；還有一羣司掌吸啜和吞嚥運動的，還有一羣司掌發汗的；此外大概還有呢。



此圖示我們身體裏的神經的奇妙裝置，正像電報線的精緻系統一樣，其白色的粗線，便是脊髓，上行到腦。

動物的腦髓，那就容易明瞭了。我們看見很清楚的那更在腦子下面的，全都擁擠併團結在一起，而被長在牠上面的東西擠得不看見的舊腦，也可以說是最初第一種的腦髓。這舊腦裏面包含無數的神經細胞，排置成一羣一羣的各有各的職務。牠和身體的動作極有密切關係，而在下等動物裏的，且兼司聽，看和感覺。至於我們自己身體裏呢，我們知道這些知覺當中有些變得非常精巧，要另有一種新機器了，而舊中心點很合宜於下等動物的，現在我們身體裏和新腦比較，祇成了一個不完全的所在了。

這許多都包容於神經組織的一小部分裏，其大小正像一個人的大拇指的頭那麼大。在延髓上面的東西就很複雜。假使我們開始就用一個長成人的腦髓來考察，我們不能找出牠的秘奧；但是假使我們考察那正在發育的腦髓，並且考察

在舊腦的後面，有一塊既大且重要的神經組織，叫做「小腦」。這小腦我們已經知道，高等動物的越變越大了，但我們不能看出牠和感覺有什麼關係。我們不在那個地方聽或看，牠不發動什麼動作，志願和思想力一定不藏在裏面。我們知道牠是一個使身體能做「隨心所欲」的事物的有用的器具。那使身體平衡的能力，就住在牠的裏面。一個醉漢所以暈倒，因為他已經毒傷了他的「小腦」。做複雜和精細的工作時，如畫圖畫，或拉胡琴，平均肌肉的作用，全仗着這小腦的管轄。這些職務想起來，並不見得十分高等，所以我們奇怪，像我們這樣進化到高等動物，小腦為什麼應當大些。但是我們已經知道世界上，我們能做的事是移動東西，和我們的身體，以及他們外面的東西。由於這種移動力，我們的心思才能活着做事。所以我們動作的管轄應當越精巧越好，是非常要緊的。這個可以證明生物進化的歷程，動作是越過越精巧準確的。進化史的一部分是以技巧代替力氣。嬰孩和年幼的兒童是很蠢笨的，而他們漸漸精巧是大半因為小腦發達而有長成的人的能力了。愚笨的動物所有的小腦，和牠的全身的大小比例起來是很小的。最好的例證，莫如高級動物中的最愚笨的一種河馬 Hippopotamus。我著這書的時候，某動物院裏有三個小河馬，因此發見河馬的大腦和小腦非常細小，我曾詳細考察這三個小河馬。我們能够明瞭這道理，當我們捉什麼東西，我們的眼光跟住那東西，然後我們的手或口達到那東西時，我們必定要在那兒用小腦。河馬，實際上簡直沒有捉東西的知覺。雖牠喜好的東西，若那東西到一隅角裏，牠還要費很久的時間纔得看見，簡直笨得沒有知覺足以伸出用牠的爪足或口了。

大河馬的小腦髓 以上所述都因為牠的腦髓小，而尤其因為牠的小腦小。河馬的腦假使比例計算起來，

和馬的腦一樣重而馬的身軀重量只有河馬的五分之一重。生物的歷史上已經再四證明，成功常隨腦髓的進化而進步，不屬於氣力，而屬於精藝，不屬於肌肉，而屬於心思。河馬就是一個顯明的證例，牠是一種生存許多年代的動物，從通有比現在腦髓小得多的小的腦髓時代到今日，而牠所以這樣的原因，不在身體的雄大和氣力強壯，而全在牠生活的情形。和較好的動物腦髓關起來，牠的碩大和雄壯決不能救牠的。

從前曾有過比河馬更大更雄壯的動物，而他們全滅亡不在了，但是河馬全靠吃河裏的草和相仿的植物以生活。牠的鼻孔，恰恰生在牠的顏面頂部。所以牠能全身沉在水裏，而恰好使牠的鼻孔露出水面，以便呼吸。照這樣將身體躲藏着，免於滅亡，而其他較強壯較聰敏的動物全都淘汰於世界之外。我們動物階級愈進化，我們發見小腦愈長大，技巧也愈發達。在某一時代，雖狗，貓，獅子，和海獅子用着很便利的口，尚不能算聰明腦髓的合用器具。

給人以巨力的臂的功用 在進化歷程中，需求較好的器具，所以我們找到那猴類很低級很古老的一種叫狐猴的，雖然如我們在動物院裏餵牠時所見牠歡喜用嘴，然而牠的手也稍為用來抓東西和走路。但是我們到最高等的猴類時，我們看見他們用他們的手尋找，檢查，和拿起他們的食物，然後送到嘴裏去。從此那幾千萬年來各種動物的臂，祇像後腿一樣功用，而別無他用的，變了有他們自己特有的用處了，各個指頭也變得很有價值了。比那能半立的猿猴更靈巧的是人，那人過了爬行的嬰孩期後，他的前肢永遠脫離行走的職務，而習熟了怎樣將各指頭分開來用，如打字或彈鋼琴等。所以人的技巧曾有一度大的發達——雖不少力氣已低降——

而小腦的發育必須那技巧發達隨與俱進。

這小腦的發育非常有趣，因為我們不但因此明瞭腦髓，並且知道兒童。兒童們是屬於仗着各種靈敏而生存的種族，所以他們樂於磨鍊他們的「良知良能」。這是兒童們愛頑機巧遊戲的原故，尤其是自有兒童以來都歡喜頑球的原故。

爲什麼原故男女孩遊戲是正當的。成長的人當然不歡喜把他們的窗子弄壞，然而兒童遊戲卻是正當的，天真爛漫，我們從前所謂遊戲或誤以爲荒費光陰的那些事，現在聰明人視爲兒童教育的一個重要部分，以望這兒童能達康健和聰明的極度，遊戲實在是一個兒童工作的主要門類。

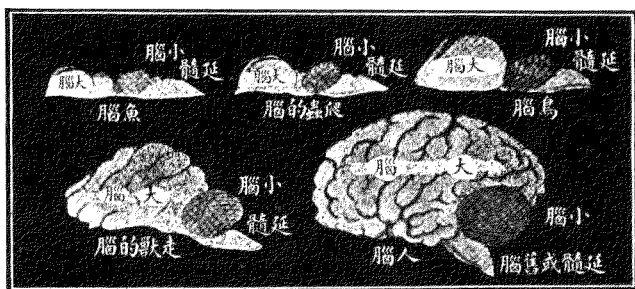
這是一樁很可憐的事，試看那母貓教導她的小貓遊戲，就因爲她知道他們必須變靈敏的，然而我們國內很多兒童祇得在街坊上遊戲，沒有人教導他們好遊戲，沒有人顧及他們的將來。我們不顧我們的兒童，就等於不顧人類的將來，而許多人雖立刻全地球要燃燒毀滅，他們總是不顧問。但是在遠難未來之前，兒童們歡樂遊戲的日子，正多着呢。

腦的神秘

我們現在知道，我們身體裏的神經系統的最高尚最重要部分是我們所謂「新腦」。下面圖畫上面所繪的是新腦的形狀，最先令人注目的沒有什麼別的看法，只有新腦。新腦是很大的，向各方面長大起來，把下面的舊

神經統系遮住看不見了。

大概我們平常談人的腦，或各種腦，總是指我們現在所研究的新腦。這新腦的適當



腦的比較觀(其中以人類腦為最大)

名稱叫「大腦」和我們已經明瞭的小腦相對稱。

這大腦我們一看，就看出是一個複數的器官。牠有右半和左半，這兩半是完全相同，雖然「右順」right-handed 的人的左半和「左順」left-handed 的人的右半或許稍為較大些。所以我們想起來，兩半腦正和我們有兩臂一樣，因為我們的身體本是兩側相等的部分構造起來的。倘若我們輕輕的將這兩個腦子撥開，窺看他們的中縫，看見裏面有一團白色的神經組織特別的橫貫兩側。這神經組織是兩半腦中的大橋，腦使他們工作，連成一氣做事。我們看腦子的表面，立刻看見牠的表面摺疊很多；表面的全部都向深凹處捲下。這深凹處深淺長短不同，但是他們呈很一定的印象，這印象兩半腦上都一樣的，而牠的主要路線凡人類都是相同的。凡這些摺疊和各摺疊間的空隙都有特別名稱。

第一步讓我們明瞭這摺疊究竟是什麼？牠的功用是使腦的真表面充分發達，而不多佔地位。那腦表面，我們現在就要知道，是最重要的一部分。動物界中，腦在過去無數的年代，行一般的發達；這意思就是曾經擴添了許多地位容納腦髓，所以顱腔已經變大。

人的顱腔和人的全身比例起來，實在巨大。然而牠雖然這樣大，不足代表人的腦髓的奇速發育，祇因為當升為高等動物時腦發育比顱腔快速得多，發育漸大的時候，深深捲入牠的各處表面之內，直到今日那摺伏的腦表面竟比露在外面的表面還多。普通腦型愈高等，牠的表面摺疊愈多。我們或從下等動物的腦，推溯到高等動物的腦，或取各種人類的腦互相比較。因為動物聰明程度愈進，不仗其巨大和兇猛，而全仗腦和技巧，而腦表面也摺疊得愈多。而那些研究腦的人，能立刻辨出一個腦是屬於較古的動物的，或是屬於新近發現的，較靈敏的動物的。

非常聰明的人的腦上的許多摺疊 很多有名偉人的腦，曾經考察；這是許多偉人遺囑考察他們的腦子，以促進學問的進步。通例他們的腦，考察起來，見很高等的摺疊。他們如若和南非洲的野人的腦比較起來，相差很遠。換一句話說，倘若我們把他們的腦全都伸展，把表面鋪得很平坦，則愈聰明的腦表面愈大。

顱的大小形狀和隆突，簡直不能現出腦的摺疊度；更不能知道我們詳細考察可以檢出的摺疊是從什麼東西構成的。大概顱和牠裏面的腦大小大略有些相仿。但是有一層，頭顱有厚薄的；還有一層，沒有人能知道腦子的大小是什麼東西使牠這樣的。即使各人頭顱都是一樣厚薄，隆突和腦髓相適合，事實上此等決不相適合的，而裏面的腦，或可因有些空隙以液體腫大些，然而有比較的平坦的表面了。這是很容易知道的，就是那向來蜷摺而容納於較小的顱腔內的腦，若一旦伸展開來其表面一定很大。

爲什麼頭顱總不能使我們明瞭關於腦髓的情形 約一百年前，那時關於腦的情形一點沒有發明，人們以

爲摸索和測量頭顱，可以看出人的性格，和他是屬於那一種人。關於腦的新知識，使我們明瞭那種辦法是不行的，祇因爲實在重要的事情和頭顱無關。倘能施行一種很大的很危險的外科手術，將腦髓露出來一大部分，那麼我們或許能略爲猜出一個人的性格；但是因爲我們應當辨別我們完全用尋常方法評判人物，究竟有多少準確，所以這種手術究竟到評判的那一程度很難知道。現在我們一定要知道腦的表面爲什麼這樣重要。現在我們把隨便什麼高等動物的大腦切開來，我們立刻看出牠由一層灰色的外層和一層白色的內層而成。那灰色層包蓋全腦常隨腦的摺疊處凹凸。假使沒有這表面隨牠凹凸，摺疊的裏面倒沒有什麼功用。這灰色層叫做『腦皮質』那就是包圍大腦外表全部的東西。

人的真腦是我們所知道的最奇異的東西。腦的任何的半球部分，無論我們看牠所安頓的地方，或摺疊的深處，沒有一處找得沒有這奇異的皮質的。這是真腦，我們人類身體裏所找着的，尤其是我們所知道許多知識中的最奇異的東西。牠的灰色顏色和牠的一切功用與神奇，大部分全是由神經細胞構成的，並非神經纖維所構造的。腦的其餘部分全由於神經纖維或神經構成的，那其餘部分所以成白色，正和我們臂或腿內的尋常神經一樣；然而那灰色的皮質，僅含有較少數的神經纖維，這種纖維專爲連接其各部分之用。

真腦怎樣的由多少千萬的細胞構成。造成這灰色皮質的，實在是多少千萬的神經細胞。這些神經細胞比我們在脊髓裏看見的，或延髓裏管理我們呼吸的神奇得多，因爲他們主管思想並非司管視聽這些職務。

祇在最近幾年以前，纔知道這灰色皮質的很薄的一層，把牠放在顯微鏡底下看，我們看見有五層細胞；有

一層在腦的最外表面上，次第下行直到第五層靠近腦的白質。我們能够辨這五層；因為各層的細胞大小形狀數目互相不同。但是我們現在能再往下研究。大概在我們所檢查的灰色皮質各部分，都看見含有五層細胞，這是確實的，但是我們還知道腦髓各部的細胞分別得很清楚。倘若我們考察許多種類動物的腦同樣部分，我們看見在同樣地位，有同樣的細胞組織。

人腦和動物腦的相似處 若我們把一大羣錐體形的依一定方法排列的細胞，放在一個顯微鏡承物片上給一個專研究腦學的人看，他大概不能說出這腦是屬於那一種動物的，然而他立刻能說出這是動物要移動牠的肌肉時所需用的腦的一部分。

倘若再給他看幾小羣很奇怪細胞，他們的位置離腦子表皮不多遠的，他不費躊躇可以說出「這是從動物用以嗅味的一部分腦取來的。」然而還不會有一個人知道一點這羣神經細胞怎樣能嗅，但是我們總能在腦的嗅味的一部分找到他們，而在別的地方找到的。像狗類的動物，他們的嗅細胞也是這樣的，他們腦的嗅部很大，而像我們人類的腦嗅部，若比較起來便十分微細。

腦的司視覺和聽覺的部分，構造也像這樣顯別，所以我們所見的辨出他是從腦內司視覺的部分取來的，比較辨出那從何種動物裏取出來的容易得多。

為什麼人腦比動物腦好 我們已經細心講出腦的各種中樞，司肌肉運動的，司皮膚感覺的，司視，聽，味，和嗅的，但是我們覺得全腦表皮還有一大半不會論及。似乎腦的大半部沒有什麼職務。我們覺得牠和我們所想

得到的職務沒有一種有什麼關係的。

現在我們來着手考察其他各種動物的腦，我們可以得二十種，把他們由下等至高等，依次排列起來，從較簡單的動物的——譬如一隻兔子的——腦起，到人的腦為止。如若我們照這樣考察，我們發覺一樁很奇異的事情。這事情就是我們考察那種動物，愈低級我們看見我們上面在人腦裏找出的各種中樞擠得愈緊。

原來我們考察那十分低級的動物，全腦實在祇含有這幾種中樞——司運動，司視等——各中樞都互相緊。他們是組織成那腦的。但是我們反過來察看高等動物，見腦愈進愈大，這變大的情形并不是各種中樞變大，不過因為他們中間生長了新畛域把他們互相分開了。這種新畛域繼續生長進步，最後到人類的腦那從前聚在一處而成腦的各中樞，全變成腦表面上的星散補綴狀了。這種形狀只有人類的腦是這樣。

然而這新長成的地方，究竟有什麼意思和職務呢？腦這種大小是由什麼生成的呢？我們問他們，他們無聲無息；原來他們已稱為無聲的畛域。倘若我們從這些畛域裏的神經細胞追推他們生出來的神經纖維，縱橫於這些畛域裏，我們從那個考察上可於我們的研究有些補助。

聯絡我們各種感覺的神奇纖維 至於特種中樞，我們看見從細胞裏出來的纖維分佈得如我們所料的。那從司視的中樞裏伸出的纖維直達眼球，那從司聽的中樞裏伸出的纖維連接耳朵，那從司運動的中樞伸出的纖維，直達脊髓而和通肌肉的神經相連絡。凡這些事實當然幫助我們對於各中樞的職務容易明瞭些。現在倘若我們看出從這無聲畛域伸出的神經，通什麼地方，我們將能猜出這些畛域真功用，這是一定很要緊的，因

爲這好像是動物中聰明的和愚笨的，高等的和低級的判別。

我們看見從這些無聲矇域裏生出的纖維各處皆通，然而通得很有有一定的團結和路徑。他們的職務是聯絡腦的各部。我想我們能明白這道理，倘若沒有這些東西，雖一個動物可以看得很清楚，而他所看的東西沒有一些能和他的意思裏已經聽的，感覺的，嗅的東西連接。我們研究我們動作的情形，我們將兩件事連在一起；我們留神怎樣一件事便連想到另一件事，我們因此明瞭這聯合纖維就所以區別世界上高等的腦和低級的腦了。

人腦和狗腦不同的地方 倘若我們把一隻狗的脊髓或延髓，和一個人的比較起來，兩者之間說不出什麼區別。倘若我們把一隻狗的新腦和一個人的新腦比較起來，我們便找出一個區別，但是這個分別主要在乎聯合纖維和細胞。倘若我們把狗腦的司視的中樞和人的比較起來，我們看見兩者各佔其腦內相仿的部分，都有特種形狀的細胞。

然其區別的，是人腦的灰色皮質厚得多；倘若我們要問到什麼東西使牠厚些，我們見牠含很多的纖維，那些纖維是從腦內別的部分通到牠裏面來的，而屬於一種新細胞，那新細胞和視覺自體沒有什麼關係，不過從視的中樞裏將纖維送到腦內別的部分去。所以我們可以說，大概高等腦和低級腦的分別，第一在高等腦子的各種中樞的灰色皮質，因聚集許多新聯合細胞，所以厚得多；而第二在高等腦的各特種中樞因中間生了新地位致隔開很遠，那新矇域並不發生什麼新知覺，可是將腦的各部分交通連接得更加密切些。

我們有幾種知覺比別的更高貴些 關於上述的幾種區別，有一兩個很有趣的例外，這種例外却有一種意

味。倘若我們曾想過我們有幾種知覺比別種知覺高貴些，我們大家一定已經想到過這個例外。我們都同一見解——我們是不是同一見解——以為歡喜一個圖畫比歡喜一顆可可糖高貴得多。或有人要說：「雖說這樣，這兩件事我們不過用我們幾種知覺中一種而已；為什麼此一種知覺不和那一種知覺一樣的高貴呢？」然而我們要想到視和聽，比嘗和嗅高貴些，我們很不錯的，這理由就是視和聽較為近乎人類些。我們的視和聽比別種動物的發達得高尚些，至於談到嗅覺，已經很加研究，大概我們的腦比無論那一種動物只要有腦的，總較差些。

人的嗅覺弱動物的嗅覺強。倘若我們研究各種動物的腦同嗅的部分，我們發覺，嗅覺在多少年代前，視覺和聽覺部分尚未有時，已經發達完備了。但是視覺比嗅覺要精細得多，因為視覺不僅能作用於遠處，並且比嗅覺所能得的消息多得千倍了。

所以生物界進化史中曾有一度時代，視力進步代替嗅的一大半功用。這事於我們最覺顯著。狗是一種很高的動物，牠屬於猿猴類次一級的動物，我們知道牠的嗅味本領怎樣利害。但是在我們的腦內，相當於嗅的一部，差不多縮小得沒有了；他實在很小，要費很久的功夫纔找到他在什麼地方；而同時看的一部變得很大了。人的大腦後部，所以發達得很大的緣故，就因為視覺對於人非常重要，我們用以視的就在腦兩半球的最後部分。我們真正的眼球是在我們頭的後部。我們已經知道我們的小腦很大；然而小腦雖那麼大，而大腦的司看部分非常之大，完全將小腦遮住，假如我們從腦的上面向下看，簡直看不見小腦。

一種知覺和別種知覺的分別。上面所述的那些話，或許有人想以為錯誤的，因為許多動物，像鷺鳥類，比人的眼光銳利得多。這實在是不錯的；但若以銳利為一種知覺的最高優點，我們這見解錯不錯呢？這完全是不對的。那要點是在我們能利用我們知覺得來的消息到什麼程度，和牠和我們心裏的其他各部怎樣聯絡。狗頭鷹能見極遠的沙地上一粒細沙，但是狗頭鷹能賞玩一幅高美的圖畫嗎？或牠在日落之前，覺得自己卑鄙和清潔嗎？我們問到像這樣的問題，當然我們立刻知道真正使一種知覺高等的是什麼。沒有一種動物牠腦內的視覺中樞比得上我們的視覺中樞的深度和構造得繁複。這是一樁關於真正司看部分的重要事實，我們應當要記牢的。

我們已經知道，人類的嗅和嘗是比較不重要的知覺，為這兩種知覺曾爭辨了很多年代，在我們能猜定這兩種知覺住在腦內的那一部分之前，我們一定要費很多手續。人的觸覺，想起來或以為不大發達，或反漸漸的退化和嗅和嘗一樣。然而這是一個很大的謬誤。鳥類中最聰明的是鸚鵡。我們知道最聰明，不僅在牠的模仿本領，而在其他很多的別的地方。

觸覺為什麼算是各種知覺的母。鸚鵡很有趣的，比其他各種鳥，有更靈敏的觸覺。人們都傳說鸚鵡拿牠的爪子當指頭用；牠有觸着一種東西覺得牠像什麼形狀的智識；那最聰明的鳥也就因為有最靈敏的觸覺，這不是偶然的。照我們料想起來，也應當不是偶然的。那觸覺有幾分可算是各種知覺的母，觸覺訓練得好，是各種好訓練的根基。讀這書的人們或者有人不相信這句話，但是研究心理學的學者，知道這句話是完全不錯的，幾

十年來都主張這個議論。我們對於遊戲於兒童的意趣，明瞭得很遲緩，因為遊戲訓練他們的觸覺，并教導他們怎樣用眼光做工作；并且我漸漸的知道，畫圖和木工，和兒童們在幼稚園裏所做的各種事，都是教育的無限價值的根基。從前曾有過一個時代，那時的思想以為凡於兒童有益的事，一定是兒童不歡喜做的事，而兒童所歡喜做的事，一定祇是一種娛樂而已。誰以為學校的真意義就是閑暇——做我們愛做的事呢？然而實在是這樣的。

譬如一個聰明的兒童，和一個愚蠢的成人，他的心思未束縛之前，本來是聰明的兒童，我們看得最清楚的一樁事，就是他們歡喜用他的指頭。這當然會做出有害的遊戲來，但是那並未做過有害的遊戲的兒童，並且並未觸着他不應當接觸的東西的，決難施以教育。這種兒童不可教練的，我們稱他們叫『癡呆。』

健康的兒童隨便遇着什麼東西，總是常常使用他的觸覺；他一定不絕的用指頭摸東西。我們現在知道人腦內司按摸的部分實是傾大的。我們因為觸覺的靈敏和複雜，並且因為觸覺和其他各種知覺的奇妙連絡，纔有我們的各種技能，這技能我們和動物比較起來，差不多算是最神奇的東西。無論那種動物有腦，除人而外，決沒有能教練用手指頭——例如用手指讀書等事。

人們多年不解的腦的極大難題 找尋人腦的觸覺中樞從前為多年不解的一個很大難題。牠素來為我們所注目；但是我們從未想到何處着手找尋。在腦髓各側的灰白質上很大的畛域，是隨意運動的中樞，人的意志就從此地發命令。我們已經知道很多年代了，稱牠叫『運動中樞』；當我們尋找觸覺的中樞時，我們決想不

到從什麼地方去找。但是現在我們已找出那意志和運動的中樞是觸覺的中樞。這兩個中樞混合在一處，他們中間的連絡是神經系統各種連絡中最密切的。

可聽的奇妙神經使我們能賞悅音樂 聽覺在腦側面的下部像前面插圖中所看見的。我們大家知道，因有這聽覺纔有音樂和音樂的意味。聽覺和視覺一樣，若要一種知覺發達，腦外一定要有一個好器官，而聽覺的歷史，也和視覺的一樣，一部分為耳的歷史和眼的歷史。然而在此地，我們祇要明瞭人腦的聽覺中樞是很大的，而我們考察牠所含的細胞，我們看見各種情形和視覺中樞裏的完全一樣。有些動物或者能够聽見我們所不能聽見的低聲音。那種本領和視覺的情形一樣，不是聽覺的眞試驗法。沒有動物能知道音樂的好聽和不好聽的分別，更不能造出什麼音樂，雖不好聽的也不能。

所以人腦的灰色皮質部分，比其他各種動物厚些，而且如我們所料，其細胞羣以及本部和各部相連絡的纖維很多。而且在聽覺中樞的前部，似乎特有一部不管尋常聲音而專管理音樂的；我們對於這部雖不大十分明瞭，然而大概是右順的人，他的音樂中樞在腦左半球，而左順的人，他的音樂中樞在腦的右半球。

腦的各部

倘若我們詳細考察腦髓尤其注意那新腦，我們看出腦確實是一種重複的器官。併且也容易證明腦的兩半球的職務和重要大不相同；但是祇實地考察腦的本身，不能看出像我們所料到的區別。雖說腦與右順和左

順有密切關係，然而沒有人能考察一個人腦就能說出他是右順的還是左順的。這是很重要的，要先辨別清楚，我們纔不誤以爲腦的那一側比那一側有些地方差劣些。其實腦的兩側沒有優劣的。有一樁事實可以證明腦隨便那一側，總可以訓練以一種特別技能；假如有一側不能訓練成功，那一側一定也不成功的；這訓練時期是在我們的幼年，那時期內各事差不多都能造就的。

人們大多數是右順的；祇有少數人是左順。沒有一個人做無論什麼事，能兩只手完全平均的。很多的人做某幾種事情，一定要兩手並用的。譬如奏提琴的，一定要練一只手做一事，另一只手做另一事，雖說工作不同，却都同樣難做。彈鋼琴家，一定要練兩只手做完全同樣的工作。不懂這些事情的人，往往以爲兩手或兩臂有天然的區別，又像足球家，或踏風琴的，兩足有天然的區別。那意見是錯了；全部問題，是腦問題，而照我們已經能發明的看起來，我們知道腦的兩側沒有什麼天然區別。

我們第一樁事，譬如說追尋腦和臂間的連絡，我們立刻找出一很注目的東西，沒有人料到的。倘若我們從這個大中樞點追尋起——譬如在腦的左側——那個中樞管轄我們各種意志的運動，我們看見其中神經細胞生出的神經纖維聚在一處，集成一束，那一束纖維當然是意志的路徑。這一束纖維下行穿腦——當然在左側——但是漸漸的向近身體的中線，然後在某點，這全束纖維橫向右邊。腦髓的這一部就叫『延髓』。因這樣緣故，所以腦髓的左側是身體的右側的主人。與這理完全相同，就是腦的右側和身體的左側間的關係，也是這樣。

我們所謂一個人是右順的，實在的意思，就是他慣用左側腦的。無論右順或左順，我們一定要說腦有一個

主要或較重要的一半，我們現在就要讀到，當一個人慣用左側腦的習慣的結果，不僅是慣用右手，並且還有慣用身體其他的各種機能。

現在我們已經知道，腦的兩半就人所知道的生下來是完全兩邊一樣的，雖再過幾年，沒有人能找出什麼區別。然則人們為什麼有成左順或右順的呢？為什麼左順的少而右順的多呢？倘若腦的兩側天生是相同的，為什麼我們不兩手全順的呢？要解答這幾個問題，最好先說明後面一點。我們所以不兩手全順的原因，是經濟的。生物是不歡喜浪費的。假如一種東西能達目的，「造物」便不供給兩種的。當腦起初受訓練時，倘若腦的一側有些便利，「造物」就偏受那一側。「造物」和教師一樣，一級裏有兩個學生，內中有一個初學遲鈍，教師就完全輕忽他了。

為什麼只要腦的一側受訓練，腦的兩側，沒有受相同訓練的必要。有一側早得便利，這一側就得更

的利益，且有更多的益處給牠。但是有一樁事，我們一定不可忘記——雖然常常忘記——那少受訓練的一側

天然還是同樣有用的，而有同等做那主要半側的能力；所以人常有其他一半的腦，留備退化時的倚靠。我們一

定要看怎樣的退化用着牠。一個七十歲的人，或許遇着什麼意外或損傷——能目視的或不能目視的——而

阻止那主要半側的腦的工作——倘若他是右順的，那左側的腦是主要半側，在這時候，還有右半側的腦可以造

就，做同樣的工作。他可以耐心費力訓練他的右半側腦，做一樁或兩樁左側的腦所常做的事情。但是像這樣

的情形，我恐怕這可憐的老人差不多是抱癱了，竟像沒有留備這種退化時的倚靠一樣。其理由是因為人老

時候，腦的習學力量退化了。在幼年時代，爲最好學習的時期。現在讓我們談一個五歲上下的兒童，即使他已讀一點書，他還能再讀；即使他已用右手寫幾個簡單的字，他還能重行練習左手。

腦怎樣修理牠自己的損害 有幾種意外能侵及兒童的腦的工作，和一個老年人的情形一樣，但是這兩種境遇的差別很大的。這個兒童的右半側腦從此做主體，像我們就要講到的，他一定要再着手學叫『爹爹』和『媽媽』和小嬰孩一樣；但是因爲兒童的腦子仍然在正發育的時期，像這樣的兒童在一兩年之內，就完全和不會遇有那意外一樣。這類事情不很常有，但是大家都知道。

但是我們仍然留些問題，我們一定要解決。我們已經知道爲什麼人們不兩手全順，除非像那彈琴的人，因爲有特種原因，要使兩側的腦習學同樣的功課。但是我們一定還要尋出那原因，爲什麼人們有十個或十幾個右順的人和一個左順的人之比，這是一個更大的難題，因爲我們已經讀過，腦的本身找不出什麼地方使我們明瞭這個區別。

然而第一可以斷定的，習慣，風俗，和偏見，與右順和左順的人數有些關係。大多數的兒童，無論怎樣，生下來沒有什麼偏愛用那一隻手的。

右順的人和左順的人 考察嬰孩用左右手的習慣，是一樁有趣味的事。他們歡喜用那一隻手，比其他一隻手多些，往往難於找出，但是當我們教他們學習這些事的時候，我們常常教他們用右手；換一句話說，因左半的腦得着各種訓練的實習，所以牠爲主體了。我們從遊戲的時候，也像其他別種事情一樣看出這個情形。

在英國曾有人注意過，很多從窮人家裏出來的，打球的人用左手捧球，打球，拾球，但是他們能和慣用右手的人打。我相信這些人有很多是天然左順的。他們在他們未學打球之前，早已喜歡用左手捧東西了；但是當他們被訓練了用棍打球的時候，他們被教了立在慣用右手人的地位。在較富的人家的打球遊戲中，找出左手打球的人很少，尤以左手拿棍打球的還要更少。其原因是當他們做兒童的時候，一起初就被特別教練了用右手，雖那天然左順的人也被教成右順的了。當我們考察到這些事實，我們能够明白很多關於右順和左順的批評，不過是無意識之談，因為那些批評的人們却忘了訓練的關係了。譬如有許多有名的官吏，曾說犯罪與左順的習慣有些連帶關係。但是其實犯罪和缺乏教育有些連帶關係，沒有受過教育的人中左順的較多些，因為他們沒有父母或先生專門注意他們所用的手。右順習慣或左順習慣，與思想和性格的高下絕對沒有關係的。然而即使我們放却教育不談，然而天生右順習慣的偏見，比天生左順習慣偏見，總歸普通些，這又需說明了。有一種說明說『風尚』是遺傳的，這風尚遺傳下來，都是人很愛從的，但是這個說明不能告訴我們，這風尚又怎樣發生的？

爲什麼有些嬰孩生下來是右順而有些生下來是左順？這似乎是一定不可疑的，雖放却模仿和教育不論，右順的父母喜歡有右順的小兒，而左順的父母喜歡有左順的小兒。像這樣研究是很重要的，併且很困難的，我們決定放却或不放却模仿和教育的結果不談。但若能細心而且費力考察可以放却模仿和教育，然後可以明瞭遺傳是使得這樣的。

我們已經明瞭，血液的供給恐怕是任何生物組織中的最重要的問題；我們知道這對於神經細胞是很重要的。譬如一個人昏倒時，我們所看見的，只要一兩秒鐘的停止，使血不供給神經細胞，他們就要停止工作了。所以這是很有趣的，倘若我們從腦的兩側的血液供給上着想，也許找得出什麼區別來，有些人會設想左側比右側有更快和更充分的血液供給。倘若我們察出胸部的血管，動脈從那裏通到頭部，我們找出一些贊助上面的設想。這裏動脈的佈置，似乎和頭部的左側比右側更爲直接些。但是當我們考察腦的自身，不能找出任何一側的血液供給較爲充分些，這個問題曾經多少論文和辯論，想起來不十分重要的。

有許多關於腦的事沒有人明瞭的。經過許多年代的研究，雖然全藏書樓裏的書總是討論這個問題，我們仍然不真正明瞭，爲什麼原故慣用左半腦的人比慣用右半腦的人多，只有就我們所知道的真理，教練的偏重，有幾分關係。

假如多數人所抱的意見，腦的主要的半側和不主要的半側不過使兩隻手之間生有比較的靈巧，那麼上述的教練的偏重，倒不十分重要的了。但這是和全部最小的部的事實很遠。近二三十年來，我們已經知道那右順的——就是說慣用左側腦的——人，不僅是他的右手的用處較爲靈巧些，並且他說話和寫字都用他左側的腦；他用這一側讀書；他用這一側聽音樂；而左順的人，做上述的各種事情，都是用他的腦右側。讓我們先從總覺講起。僅就聽聲音而談，在健康的人各種聲音都可以證明，兩側的腦是完全一樣的，但是有一種聲音我們叫語言的，都要引起別種需要。祇聽是不够的；我們一定要聽懂，因爲我們固然能聽一個人的語言，然而不懂他語言

的意思。

能聽懂語言的腦內特別部分 現在已經證明那右順的人，完全用他的左側腦聽懂語言。腦內有一個特別部分，說是專行聽懂語言的職務的。這部分叫做「聽語中樞」。倘若這部分因某種原因而失其效用，這人雖能完全聽取，但是和一個兒童聽取一樣，或和我們聽取不懂的語言一樣。現在有一個好證據來說明，他那不懂一種語言的人，他的聽語中樞不是混合在一處的，可是他們各有他們自己由教育而發達的小中樞，在主要腦半側上，平常司聽中樞的外邊——無論這主要半側在左側或右側都是一樣。

爲什麼我們有時聽講話而不懂他的意思 我們大家總會注意過，我們有時聽旁的人談話，我們聽取有一句話已經說出來了，但是不懂他，所以我們或許要說：「請重講一遍；」而在我們的朋友重講他所說的話之前，我們倒已經懂了。這句話已經由腦的司聽中樞聽取，記牢，但是這原因爲什麼我們不會「攝入」所說的話，因爲那種聲音未曾從聽語中樞攝入，只有這中樞可以懂話的。一秒鐘以後，其時我們注意了，那話被攝入了。像這樣情形，不僅使我們明瞭腦的工作，並且明瞭注意兩個字的意義。

至於音樂也是這樣，聽取是一樁事，聽懂又是一樁事。要聽懂音樂，似乎也有一個特種中樞發達起來專聽音樂和主要半側的腦上司聽中樞緊緊連接。從前有人考察過，有幾位有名的音樂家，死後的腦，其中有幾個部分的細胞特異的發達。

我們從考察偉人的腦而得的許多教訓 這是很可注意的，當一個偉人死的時候，他的腦已經於人類有很

大的功勞，要再遺很大的功勞於後世，叫人考察他的腦，使我們對於種種神奇東西的奇妙知識更加明瞭。事實上我們對於腦和牠的工作，所有的智識尚在幼稚時代。我們對普通的腦祇有一些明瞭，但是我們實在尚有很多的嗜好研究，這一個腦和那一個腦間的很重大的和無窮盡的區別。目下所有關於腦的考察，差不多完全考察那毫無價值的常人的腦，但是我們最大的需要，是考察非常的和偉大的人們的腦。

我們知道那活着的最聰明的人，很多的叫人家等他死後，考察他的腦，增進關於腦的智識。然而我們尚要研究有普通才能的人們的腦——指頭很靈巧的人們，美術家，音樂家，聰明著作家，大思想家，以及其他有專門技藝的人們。關於最優美的腦，有一個最有趣的理論，我們現在就要講到。

現在讓我來談視的情形。我們相信腦兩半側總完全可以看東西，但是我們知道譬如右順的人，祇有左半腦能看懂字。倘若看字中樞完全失其效用，那麼看東西總是莫名其妙；他能將他面前的二張有字的紙，抄一張完全的抄樣；但是那些字的意義對於他和對於一個嬰孩一樣。

有一種知覺人的比其他動物的較大些。這大概也是——雖然我們不敢決定——和聽音樂情形一樣，腦的主要半側司高等的視覺。大概主要半邊司視美術家的視覺。據有些學者說，就是羨賞顏色，也是由腦的主要半側經營的。

這是一種很有研究的學問。我們可能在腦裏找出視域的準確界限，在新腦的最後部分。我們現在知道個視域在普通動物進化歷程上已經發育多年，而人類的比別種動物的大得多；並且各種人類也各不相同。在

很多愚人的，和許多低級的野人的腦裏，我們看見很清楚的，這視域比我們高等較聰明的人類強健的人的腦裏所見的小些。

聽語和看字照例應當先學，因為無論什麼事在發出之前必先收進；學習上述兩種之後，我們纔學說話和寫字的方法。兒童各種中樞中，當然以聽語中樞發達最早，其次是說話中樞。這兩個中樞實成一對。在那會讀書寫字的人的腦裏，另有一對發達——讀書或看字中樞和寫字中樞。現在讓我們來研究說話中樞。

我們只要凝想一下，就可以明瞭說話中樞一定有幾分是人腦裏最神奇最重要的部分。讀書和寫字當然也是非常重要，但是無論如何，讀書和寫字實在不過是說話的一種新法子。說話或語言是人類一種最大標記。我們算是人類就因為能說話，所以我們可以說，在我們腦裏的說話中樞是使我們成人類的起點，而比其他種種動物神奇得多。

人類腦內各種特有中樞中，說話中樞是最先發現的，這是很合理的，因為說話中樞一定是最先發達的。這是由有名的法國人卜囉喀 Broca 大約在十九世紀中葉發現的，所以這個區域，叫做「卜囉喀域」。我們倘由他方面考察腦，在司運動的區域裏，我們注意那管轄身體各部肌肉的各點，然後我們知道說話中樞和那管轄唇、舌、和頷的肌肉的中樞在一處。但是要以為全部說話中樞都在那部位就大錯了。至於我們用以說話的肌肉發現在腦的兩側；但是能運動他們的是一物，能用他們來說話的又是一物。倘若遇到什麼意外使真正說話中樞失其功用，然而仍然能夠運動牠的肌肉。

倘若我們說一句話，他能够跟隨學一句；但是他的說話真感覺，並不能比動物說得多些。他能和鸚鵡一樣模仿人的話，但是只能模仿罷了。多數情形有一唯一的例外，就是只能說一兩句話，像『是』或『非』等字，尙能記得，這理由似乎是因他們常用，所以在腦的另一側也找到一個中樞。還有一樁事實也會證出那粗魯的人們慣出惡語的，當他們沒有能力說別句話的時候，仍然能說一兩句惡語。他們用這話用得次數很多，所以這些話似乎深印在腦的兩側。說話中樞雖然已經發覺了多年，疾病和意外研究雖然教訓我們從疾病方面觀察的許多情形，但是我們若從健康情形方面去研究還有很多事情。凡人都知道各種人種，和各個人的說話能力大不相同。凡人還知道有些最聰明的人和有思想的人，說話很慢，並且遲鈍，常常說錯，就使私人談話也是這樣，而當衆演說簡直不能。反過來，那既不聰明又絕無思想的人們，常常能使大衆醉迷於他的話經一小時之久。但是有時聰明人也能作長於口才的人。這種事實，證明一種真理，確適合於腦的各部和用處的。這是因爲人的腦各部分全獨立不相同的。這人的腦內可以有一個很好的說話區域，然而其餘部分卻很平常；或者其餘各部適相反對。我們大家都聽見過談論哥德斯密斯奧立物 Oliver Goldsmith 一句話，『他寫起來和一個天使一樣，而談起來還不如一隻拙鸚鵡。』

前半世紀有一位罕見的著名的詩家，他做了很多的詩，那詩簡直英文存在一天，總不可不讀牠的，然而他卻是一位說話最鈍拙，滯慢，而平淡的人。這就可以證明腦的說話區域和腦的其他區域一樣，是絕對獨立的部分。能造福或釀禍的口才，無論何國，口才是非常重要的。有許多人以爲要證明一個人是一個好的立法者，

最要緊的是看他對於隨便什麼問題的演說的口才。那選舉國會議員的人們應當知道，單單這口才不但是很昭著的，並且是有用的才能，這往往使多少邦國的歷史興盛，然而也往往使多少邦國的歷史衰落，以至滅亡。

聰明的，強有力的，極有價值的人可以一句話不說；或竟可以因為忙着思想，沒有功夫說話。聰明的人們看周圍知道這許多事實；但是那有趣的事情是，新近關於腦的學識，尤以我們正在此地研究的腦各部的獨立，和各人腦內各區域不同的情形，使我們明瞭說話的利害。如果凡我輩中有選舉權的人們，都用這種科學的判別力，決定那重要事誰當選為執政的人。

好腦和普通腦的區別 現在我們可以考察一種理論，牠對於我們明瞭好腦和普通腦的區別有幾分幫助。

一個專門單用一只手而認定那一只手用來彈琴的人，和那兩只手都用來彈琴的人，當然有一個大區別。倘若他們兩個人前後坐下來奏樂，各人都能聽出這區別。還有一層可以證明，那僅一只眼睛看東西的人們，和用兩只眼睛的人們有一個大區別。看東西不能直看的人們，和那更普通的，兩只眼睛很相等的人們，我們知道常用一只眼睛，可以使他的辨別遠近，看景子，和看東西的深淺，和體積的視力大大減少。無論何人，用過實體鏡看過東西的，知道看尋常照相所攝的照片，和用兩只眼睛看一個實體鏡裏的風景大有差別。當我們用兩只眼睛的時候，謂之『雙眼視』。一個很聰明的人，叫約翰布拉文博士 Dr. John Brown，很多年前，曾著一個題目叫

『拉布和他的朋友』“*Reb and His Friends*”裏面發明一種理論，說有些人們的和別人不同，他們的思想好像

是雙眼的，所以他們看見許多東西的風景物和深淺。這是一個好見解。史本沙赫伯特 Herbert Spenser

曾和布拉文抱同樣意見；但是因為他是一個大心理學和腦學的學者，他能够闡明這個見解。

兩側腦都用的大思想家 他發明一種理論，說大思想家的兩側腦都比平常人們用得更多些。當我們察看從腦一側通到其他一側的大網纖維，我們能够看出這個勢力。史本沙的理論或者有證明的一天，不僅是思想如此，併且聽懂和作詩和音樂，好看的圖畫之類也是如此。有一個很有趣的問題尙待解決，大約由現代解決的，就是我們訓練幼年竭力發展他腦兩側的能力究竟能發展到什麼地步，用什麼方法而不失去腦的良能，和減低兩側腦訓練的標準。這最後一點是最重要的。假使我們訓練兩側不如訓練一側造就的程度高，倒沒有什麼益處。我們一定不要以腦的一側做領袖，而其他一側被領爲不滿意。

聽聞的奇異

我們有幾分明瞭腦子和脊髓，那總起來叫中央神經系統，一個人的真魂就住在那系統的上部。但是當我們考察中央神經系統的歷史，我們知道，他是從身體的外面發育起的，這個事實自己說明——和其他種事實一樣——他的第一種職務是受由外界來的傳達。

現在這些傳達有各別的路線，我們稱爲知覺。因爲有那些知覺，我們才能從外界各事得到我們的學問，而人類高等發達的初步，就依靠這些知覺的靈敏。

我們可以依理猜定，這個靈敏是腦的自身一種美質，而不是從外界到腦裏的導線。但是無論如何，我們一

定要清楚明瞭這種感覺的美質，是無價之寶，人類各種高等美德全是依靠牠建造起來的。知覺一定會有過分的感覺的——感覺到某種程度，破壞意志的平衡；然而差不多各種好事都可以說明是依靠牠的。我們現在常常聽說人們感覺過敏，那句話很可使我們回想感覺究竟有多大的功用。多少年前，納斯欽 John Ruskin 曾講說感覺的靈敏，爲人類性質最上等最好發達的基礎。

我們現在號稱爲教育的和我們很多人們要經過的刻板歷程的一個很可怕結果，就是那優美的知覺靈敏的美德使兒童能感應新智識和注意各東西間的細微分別的，受了損傷。那鋒口弄鈍了，所以很多成長的人們到外界去，失去他們的兒童時代所有喜悅的，神奇和有趣地方的知覺。有一天等我們明瞭什麼爲真正的人類，我們將要知道比現在兒童教育所採取的方法更好，而將要得到更好的結果。

現在閒話少說，讓我們繼續向前考察我們的知覺或學識的大路。至於先從那一種知覺研究起，大概沒有什麼大關係，因爲主要原理各種知覺都是一樣的；我們祇要先辨別各種感覺的名目——人們往往不辨別——與外界交通的感覺和不與外界感觸之間。

我們用以知道外界事情的感覺 那與外界交通的感覺是——看，聽，嘗，嗅，觸。但是現在我們已經知道祇說觸覺是不充足的，因爲皮膚除觸覺之外還有幾種感覺。我們於觸覺而外至少還要加溫覺，寒覺，和痛覺。

除那直接與外界交通的知覺而外，還有幾種感覺替腦探聽身體的情形。我們當然可以說，祇就腦的本身談，身體不過牠的外界的一部分。這些感覺是從身體內部的各器官裏來的，從肌肉和骨節裏，從耳內某部的奇

妙小管裏來的，那些小管我們快要講到。

現在我們能够一種一種的來談這些感覺，我們先從聽覺講起。我們知道，腦內有一個特別部分，和聽覺有關係的。倘若我們把耳這個字用於身體司聽的實在部分，我們當然要說這真耳是在腦內的這一部分。平常的耳是在腦的兩側，而我們所謂專聽音樂的耳，或許祇是在右順的人的左側腦，左順的人的右側腦，不過那大音樂家的聽音樂的感覺靈敏的耳，腦的兩側或都能發達。

我們腦內的真耳一點不能聽見。但是我們可以十分相信，這真耳不能直接聽見聲音。那腦內司觸覺的部分，如若觸牠自己，一點感覺都沒有，其實各種知覺都是這樣。倘若感覺由相當的路線進來，腦不過感應罷了。所以我們現在要研究的，是從外界領導到腦內聽覺中樞的路線。或者耳字的最好講解，是包括從身體的外表到那實在司聽的細微神經細胞的全部構造而言。

倘若我們先從身體的外部講起，我們看見我們自己和很多的高等動物頭部凸出一對器官，只有那部分是司聽器官中我們所能看見的，所以我們稱牠叫耳，然而他們是全聽器的——尤其是我們的全聽器的——最不重要部分。我們大家都看見過一只狗，聳起牠的耳，所以我們知道耳的真功用——或者應當說外耳的功用——是收取聲浪。

普通外耳有許多小肌肉，那小肌肉能使外耳向各方移動。這有兩個用處，第一個，牠使動物能使外耳到牠這邊來的聲音收集起來，所以聲音更強些。

爲什麼動物遇到什麼聲音把他們的耳豎起來 但是能移動外耳的第二個大利益，是輔助外耳決定聲音從那一方來。這事在某種動物像羚羊，牠聽見聲音，就恐怕是獅子吼嘯。我們大家都有機會，見那動物怎樣豎起他們的耳來，我們能够設想，他們和他們自己說：『這聲音是從那一方來的呀？』

這是很有趣的，我們的外耳有三根小肌肉連着牠，那小肌肉是應當將外耳向各方推轉的。這些肌肉和我們在低級動物身上所見的完全相同，但是我們自己的肌肉已經退化失去他們的功用了。他們雖然微小，可是仍能移動耳的；但是我們並不使用他們。有些人們有這能力自由移動一個或兩個外耳，但是從未有過那一種人類，當他竭力聽一種聲音，或當他要決定一個聲音的方向，移動他的外耳。

我們仍然能够判別一種聲音的方向，但是我們不能像低級動物那樣好法，這一定是因爲我們的外耳不再輔助我們了。我們還可以比較兩耳內的聲音強弱的程度，因此我們可以多少判決聲音是從那裏來的。假使這個聲音是在兩耳的同樣距離發生的，那麼我們就無法可想了。一個簡單的和娛樂的試驗或遊戲，能證明這個情形。

教我們以科學智識的一種娛樂的遊戲 倘若一個人眼睛被蒙蔽了，我們將他坐在一張椅子上，然後作小聲音，叫他說這聲音是從什麼地方來的。只要那聲是在一邊的，他能猜得不錯；但是假如我們在他頸項的後面身體的正中線，或在他的下頷底下作聲音，他就不能辨出這聲音是從那處來了。但是我們一定不能讓他用別的方法猜，像聽取我們的呼吸聲音，或手指頭的溫度等，只許行確實答覆聲音的來處的試驗。我們照這樣做法，

然後知道他不能辨出那在他的頸項後發的聲音，和在他的下頷底下發的聲音。倘若我們用這種方法來試驗那耳能移動的人們，我們看見他並不用他的移動能力來猜這聲音。但是一個低級的動物遇到這種情形，或許能利用牠的移動耳的能力。牠把牠的耳向前豎，再向後豎，牠立刻可以覺得耳向那一方聽得最清楚。牠決定這種聲音，並不比決定那從一方面來的聲音難些。當聲音從一面來的時候，動物和我們一樣，大概比較兩耳內聲音的強度。

腦內比較聲音的聽覺中樞 上述的比較聲音，似乎很簡單，並且我們沒有一個難行這事的；然而這是奇怪的，各人都是這樣，那兩個聽覺中樞，應當能够比較聲音，當左側聽覺中樞聽取最高的聲音，我們應當將牠傳到右側去，當右側中樞聽取最高的聲音，我們應當將牠傳到左側去。所以能這樣子的，是因為很多神經纖維橫過我們身體的中線通到腦內的。

這外耳對於我們自己，並不是完全無用的，因為假使全外耳被塞起來，祇留一點通進去的孔眼，我們聽見較糊塗些。這很容易實驗的。這使我們知道外耳仍然可以當一種耳筒有些功用，不過和很多下等動物比較起來差得多了。

由外耳起，有一道小管道，聲浪由這裏經過。當我們清洗我們的耳時，我們不能並且不洗滌這管道。倘若我們洗滌牠是很危險的，因為這管道內部盡頭將要大受損害了。然而普通總是決未洗過，但是這管道却十分清潔而開放。牠裏面被以許多小腺，那腺生一種耳脂，因為牠向外排泄而把裏面的污垢一同帶出。我們以為

這耳脂似乎是一件不好的東西；但是實在牠是供良好的清潔和保護之用。在管道的內端，完全由一塊薄的精細的膜閉鎖，那膜實在像一個鼓皮，所以叫牠爲「耳鼓」或「鼓膜。」

鼓膜的大功用 這個鼓膜對於聽聞實在不可少的，牠是一種精細的東西。倘若鼓膜受傷，普通就永遠損缺，而聽聞受牠的影響了。從裏面或從外面都可以使牠受傷的。有時兒童們把珠子或荳子塞入他們的耳內，他們或因此受傷。兒童或許因一樁蠢事，而致終生遺憾。凡遇有什麼像珠類的東西，塞入耳內的時候，我們一定要立刻請醫生來將牠取出來，我們不要自己用什麼方法治牠。

這可寶貴的鼓膜也有從內裏損傷牠的；兒童耳痛或實在無論何人耳痛，不應當忽略過去，因爲耳痛大概對於鼓膜多少有害處。我們若明白鼓膜的內方是什麼東西，我們對於鼓膜的情形就更清楚了。

倘若我們能透視鼓膜，我們便發見牠構成一小腔或小室的一壁，這小室是一個頸骨內外方的窟窿。這個腔室叫做「中耳。」容這中耳和內耳的骨，叫做「岩骨」或「顛骨」，因爲這是全身中最硬的骨頭。這個骨頭很有趣的，因爲硬骨一定比軟骨的傳導音波好些。

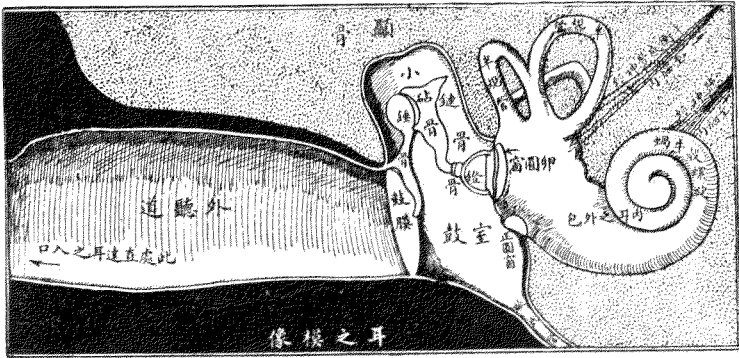
從咽喉通到耳內的小管 那中耳容有空氣，我們當然要問這空氣是從什麼地方來的；這問題的解答，就是從咽喉裏來的。在咽喉的後部兩側，各有一條細管通到中耳，同時輸送空氣進去。我們若閉了口並將鼻子擠塞，然後發一種迅捷運動，像打噴嚏等，我們便能覺到耳內有某種東西的狀態。這是因爲當我們行這種運動時，我們張開那小管從這管引些空氣到中耳裏去。這對於耳的康健和安全，並且對於聽覺的直接目的，就是鼓膜

內外兩側的氣壓應當保持同樣上都是重要的。倘若外面的氣壓比裏面的大，鼓膜便要壓陷而破壞。倘若咽喉和鼻子有什麼障礙而閉塞那兩小管的時候，空氣不能送入，也要發生困難。據說，當我們迅速走的到煤坑底下去，我們最好行幾次吞嚥運動，因為吞嚥的時候，我們開放那從咽喉到耳的小管。當我們下煤坑的時候，外面的氣壓增加，耳鼓往往要被壓壞，除非我們開放那兩個小管使鼓膜內外的氣壓仍然相等。

為什麼頭部感冒要起重聽 凡人都知道頭部感冒往往要起重聽。其原因是感冒波及那到耳內的小管的緣故。管內黏膜起腫脹，所以他們閉塞起來，不能行他們保持中耳的氣壓和外面的氣壓相等的職務。因此鼓膜被壓壞，而不能照常的遇到聲浪就震動了。於是我們一時起重聽了。在更重的鼻和咽喉疾病時，像猩紅熱等，那時中耳可以受這病症的侵襲，而鼓膜穿破，以致終生成聾子了。說一句大概很公平的話，倘若我們起首就好好的愛護當心，一定能預防那樣很不幸的結果。

但是我們在中耳內看見最神奇的東西是三個小骨所成的小鏈，這三小骨是身體中最小的骨，在這裏却有一種很特異的用處。下面有他們的圖樣。他們的名稱叫鏈骨，砧骨，和錘骨，而尤以鐙骨的名副其實。錘骨的柄向着鼓膜；錘骨和砧骨連住而砧骨和鐙骨連住，而鐙骨又對着一種膜，那膜通到一個最奇的地方——內耳。

錘骨砧骨和鐙骨怎樣傳聲音到內耳去 這條骨鏈的職務，是將聲浪通過那中耳。這就是牠所以要容有空氣的緣故，否則他們就不能自由震動了。每次一個聲浪都使鼓膜震動，使連接在牠上面的錘骨也震動，而震



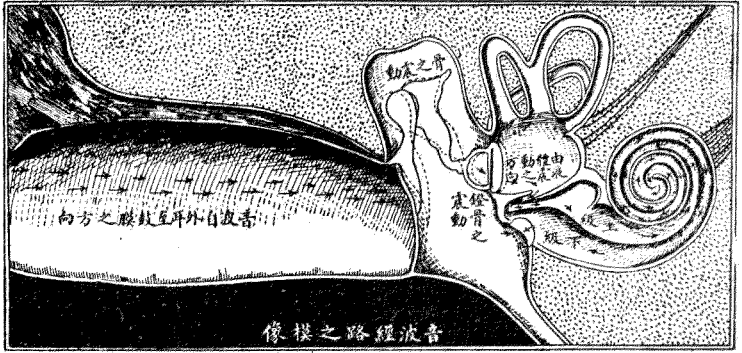
這圖表示我們耳朵的內部的鼓膜恰生在耳聽道的末端裏，而便是中耳，那裏空氣，那空氣是從咽喉中走進去的。在中耳裏有三塊相連的小骨，即錘骨、砧骨和鐮骨，末端連着內耳的鼓膜，或卵圓窗，內耳的形狀，好像一個蝸牛殼的螺旋。

動就繼續向內進行。假使那骨間的連節變成堅定，聽覺上就有些障礙。這種情形，年老的時候會發生的。

最後我們看見兩條很細小的，但是很有用的肌肉通到中耳內。這兩肌有相反的功用，就他們的動作而言——雖然我們一點不知——是使我們想聽一種聲音快些或慢些。其中有一條肌是收縮時使鼓膜張緊的。這麼一來，使鼓膜震動得更加有力，所以我們聽得更清楚些。凡遇到我們要竭力聽的時候，我們使這一條小肌動作。醫生稱牠叫「鼓膜張肌」*tensor tympani*，這名稱就是伸張鼓膜的肌肉之意。

還有一條肌肉的功用，和上述的正相反對。牠連接於鐮骨上當牠收縮的時候，那骨就不能照常震動。所以當這條肌肉動作的時候，牠妨止聲音向內耳的傳導，當一種喧鬧不悅耳的噪聲時，我們使這條肌動作。我們也經歷過，在某種情形時，若管理這條肌肉的神經有障礙時，喧鬧聲音覺得非常疼痛。

關於中耳的話，我們已在上面講完了。我們考察牠愈詳



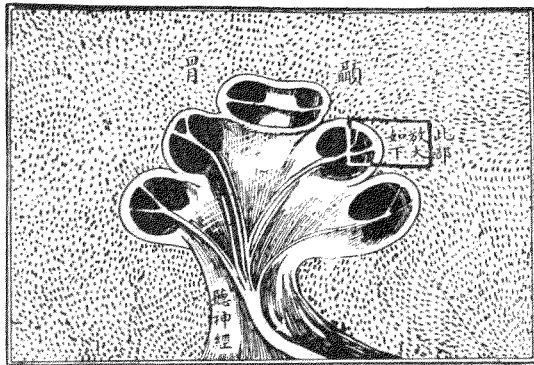
這圖中可看出音波震動耳鼓的情形音波震了錘骨砧骨骨即被牽動請看圖中的虛線便震動了內耳的鼓膜內耳的液體因之也起了波動, 依着箭頭的方向, 繞過螺旋, 而傳至司聽的神經, 然後再由別的管道回了轉來。

細, 愈看出牠的神秘, 我們幾乎以為全身體裏不能再有一種東西有牠這樣精緻和完備, 但是等到我們考察到內耳的時候, 若中耳和牠比較起來, 差不多是一種呆笨的東西。中耳裏的骨鍵的全功用, 就是將聲浪從外壁的鼓膜, 傳帶到內壁上同一種相同的膜質——內耳就在這層內壁的裏面。內耳裏面盛滿了液體, 我們所聽見的各種聲音從這液體的傳導達到司聽的神經。

我們想聲音是空氣裏的一種浪, 而聲音平常是這樣的; 但是在達到我們的神經之前, 最後一部, 我們所聽見的各種聲音是由水裏的浪構成的。這有一種特殊的關係, 倘若我們追考耳的歷史, 而注意牠怎樣從最初時代, 聽水傳的聲浪的魚, 慢慢的進化起來的。

遙比外耳奇妙的內耳 內耳的主要部分是很小很精細的骨質, 有點像一個蝸牛殼。在本頁的圖, 是牠的剖面的形狀, 使我們可看見那管道怎樣構成螺旋形。我們一定要知道這

全螺旋形裏都盛有液體。當那小鐮骨的脚步被聲音激動的時候，牠就震動到連着牠的膜，所以那膜就將對着這膜內面的液體一陣輕拍，於是這種波浪沿那螺旋圈進行。



這是螺旋管的剖示圖，管中滿充着液體，以及別的奇妙的機能，其有方形的地方，即表示下圖由此放大。

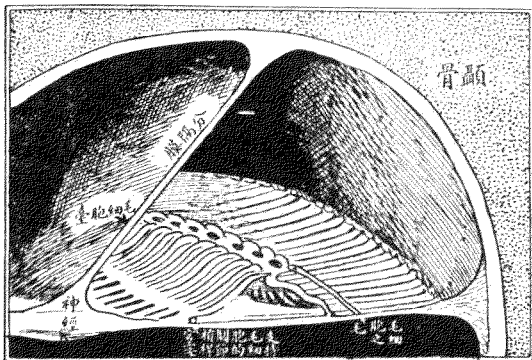
現在如若我們用顯微鏡考察螺旋圈的內面，我們便能看出快要講到的收聲機的主要部分。至於我們已經讀過的其他部分，不過傳導聲音之用。外耳和從這裏到鼓膜的聽道，骨鏈以及盛有液體的螺旋形管，都不過是一種裝置使聲音由最便捷的路徑達到司聽神經裏。我們可把這些部分和眼球的前部比擬。眼球的前部不過將光傳帶到眼球後部的網膜，司看的神經終止在這裏，我們隨便怎樣看法都在這上面。耳的情形和眼球相同的。

內耳裏的纖維像鋼琴的簧 但是我們還沒有談到司聽

神經的終點。那細神經纖維並不在螺旋管裏的液體裏面，自由盪漾，因為其間還有些東西。我們看見沿那全管之長徑內

有精細纖維構成的平板從這邊牽到那邊。纖維的數目有好幾萬。那管愈到螺旋頂上愈狹窄，所以這些纖維也愈短。

假使那螺旋管是平坦的，成直線的，一定是因為螺旋形在頭部裏所佔據的空間較小，所以要成螺旋管——我們便能看見這些纖維和一排鋼琴的簧一樣，或者像那金屬絲線構成的，用小鑼子敲打的樂器玩具一樣。很



隔膜上的毛細胞好像樂器上的金屬絲，至少有一萬多條，傳給聽神經的聲音，就是他們傳達的。

多的人以為這些纖維和樂器相同，其中有一種道理。

我們知道有許多人有一兩個琴韻聽不到，但是能聽到牠以上和以下的全部音韻的，凡遇着這類情形，已經察出他們的內耳的琴上的殘壞，恰相當於他所聽的殘缺。

收受聲浪的耳內的小指 在全排纖維上面，安置了許多

細小有奇妙的細胞，每一個細胞有幾個短毛狀的小物質突出，這些小指——或毛——在螺旋管的液體裏。大概收受聲音

的就是這些細小毛髮狀的指頭，然後那細胞裏再起什麼現象。

最後，若我們考察到那些各個細胞的下部，我們看見從腦裏

來聽神經，送出許多微細的纖維到這些細胞的基底處。這些神經纖維並不通到細胞裏面去，但是細胞安置在那些纖維的

終端上。

從外界到腦內的聲音的路徑 我們現在實在已經從外界追尋到聽神經的終點了。我們已經知道牠的

傳導路徑，有時沿容有空氣的管道裏走，有時沿小骨走，然後沿盛有液體的管道裏走，而最後經過細胞的小毛，達到司聽的特別細胞裏。現在我們已經講到很多人所不知的一點了，各種知覺都是這樣的，我們必定要透切明瞭牠。我們或能設想此後那走了多遠的聲音，要沿司聽神經到腦子裏去了。沒有那一回事。

我們現在已經談了許多奇妙複雜的東西——我們前面所說的那些話，不過是事實的梗概，可知何等複雜——但是講到現在這一點，凡是我們上面所談的一切東西和牠比較起來，都覺得普通簡單的了。

那已經達到內耳的毛細胞的聲音，并不沿聽神經走，但是把轉變而成神經流傳到腦內。那神經流并不是聲浪；牠和一個聲浪極不相同。但是惟有由那種流，能激動腦內的聽細胞，使我們能說出我們所聽的。

倘若我們用強力的顯微鏡，考察聽神經，牠和別種神經形狀相同的。但是祇說聽神經，能够傳帶我們將牠變為聲音的，神經流也不過說了聽神經神祕的一半，因為我們一定要研究我們所能聽見和辨別的無數種類的聲音。

當我們聽音樂的時候傳到我們腦內的許多神經流，當一個大音樂家聽一隊音樂隊的時候，能聽辨各種器具，並且知道牠合調不合調，這時候必定要何等多數，精密，而且複雜的神經流沿聽神經走動呀！當我們回想的某某來了，想到這個情形，便覺到那神經流的變化，一定要多麼精細呀！

若我們祇考察內耳，看見好幾萬長短的纖維，內中含有好幾十萬的有毛細胞，我們并不難了解他們，因為有

件東西似乎合宜於聽聞知覺的能力。

因為要辨別聲音中的細微分別，應當有一種器官像內耳那樣複雜法子，給我們以那種判別的能力。然若沒有聽神經，內耳的功用一點也沒有，各個聲音的細微分別沿構成神經的簡單細白線上走動的東西亦有細微的分別。

少數人想得到的神經流的神祕 上述種種，人們所想過他們的，簡直說不出他們是何等奇妙；而世界上一些樁大可痛惜的事情，我們中多數的人一生一世的聽看和運動，然而決未曾想一想我們的生命倚靠着這些奇物。

那神經流沿聽神經走，而非聲浪沿聽神經，這個事實是各種感覺的一個通例。那沿視神經上走的，不是光。腦內我們用以看的部分，是封包起來的，老是住在深黑處；決沒有光到牠上面的。而到裏面去的是視神經的神經流。凡進到我們眼球內的光所做的是，在視神經終端上發起那神經流。凡進到我們耳內的聲音是在聽神經終端發起神經流的。當我們研究到我們所有的種種感覺的，我們知道一個神經流，談起來雖然很容易，然而一定是世界上最複雜最奇妙的東西，把那些聲光或電浪和牠比起來，一定要相形見絀了。

聽和說

內耳很足以使包容牠的骨，成爲身體中最奇妙的骨。我們知道這一個骨是身體中最堅硬的骨；這個硬骨的所以重要，不僅是因爲牠是頭蓋底的一部份，應當要堅固，並且因爲硬骨比鬆質的骨傳導聲浪較好些。

我們一定要明白聽覺最重要的一樁事，是使聲浪從一定路徑到毛細胞裏去。那最好的路徑是經過我們在第八十三頁上所讀的那精細結構；他們雖說很有用處，雖說我們離開他們就不能聽聲音像那樣清楚，但是他們並非必需的東西。

聲浪能夠從牙齒或從頭部的骨質傳導——我們在隨便什麼時候聽當然可以這樣傳導，那聲浪最好是由包含內耳的密質骨傳導而達內耳的毛細胞裏去。凡聲浪由這樣的路徑到耳內，使聽聞尖利，但是他們決不能比沿那專為傳音的奇妙路徑的有力量。但是另外還有一個原因，為什麼包內耳的骨，非常重要，而有趣味？牠還包容一個和聽聞完全無關的感覺的器官，緊靠在內耳旁邊，並且多少直接和牠交通。從來以為這個器官是內耳的一部分，而和聽覺有關係的。我們現在知道，牠和聽覺毫不相干的。那錯誤更容易發生，因為同一根神經似乎從腦通到內耳的這兩部去——所以為他們是有關係了。那形狀固然像一條神經的，其實完全是兩條不同的神經，這事倘若我們追尋那通到腦內的纖維路程，我們就容易證明了。我們見從真正內耳裏的纖維全通到腦內的某一部分，這部分的職務是司聽的。但是我們見從那個器官裏的纖維全通到腦內另一部分，那部分完全與司聽無關的。

我們所談的那個器官，實在是身體的平衡感覺，這個器官和聽覺器會這樣靠近，大概是出於偶然的。

我們身體裏幫助我們直立的隱蔽部分 這個平衡感覺，是一種報告我們外界情形的知覺，庶幾乎和聽覺或視覺一樣；因為牠告訴我們外界什麼地方是和我們的身體有關係。但是牠和我們所熟習的知覺大不相同，

因爲牠的結構一點不能接收從外界來的東西，所以牠和眼耳不同，牠和身體的外表並無連絡。我們可以說這種感覺，報告身體的情形到腦內，比報告身體以外的情形較確當些。

在我們未考察這種感覺器以前，我們第一步一定要注意牠由別種東西幫助牠的。雖說我們若沒有那頭蓋底下的平衡器官的幫助，我們一定不能平衡自己，然而我們並不全靠牠的。譬如當我們直立的時候——直立是一樁很難的事情，不可尋常汎汎的看牠——我們的平衡力量，很受那從我們的腳底得來的感覺的幫助。倘若我們的腳底塗漆些東西，使那皮膚不能感覺，或遇有某種疾病不能感覺，我們就不能像我們平常直立的那麼容易了。然而平衡感覺也要得眼的幫助。只要一個人的眼睛睜着，雖沒有腳底的幫助，也可以平衡他自己，或者他就眼閉起來，倘若他把兩只腳撐開來立着，他也能平衡他自己。但是倘若他把腳根並攏，而再閉眼恐怕就要跌倒了。

眼於平衡身體時的大效用 然而倘若頭蓋內的平衡器官好好的，同時腳底的感覺也報告到腦，而腿的肌肉和骨節的感覺也得報告到腦，那麼人們能够並攏腳根，閉了眼，不要目光的幫助而直立着。倘若我們要在一塊狹板上平衡，或更加難些，站在一根拖緊的繩索上，於是我們的兩眼更覺有用，而且非常必要了。這當然要有很好的專門的技巧纔行，凡人都知道那走繩索的人，怎樣用他的兩眼凝視在一點，所以兩眼大幫他的忙。倘若他是非常技巧，他雖將他的兩眼用布扎起來，也能在繩索上走。但是這時候困難得多了。然而兩眼和從皮膚關節，肌肉等來的感覺，與平衡器官的輔助，比較起來便覺不重要了。若人們的平衡器官作用不能完全，決沒有

人能在地上直立或走路，至於在一根繩索上走，更不必說了。現在我們必定要考察這器官的內容是什麼？

在包藏內耳的硬骨裏，並且靠近內耳——當然頭部各側都有——我們找到這平衡器官，在八十四頁上，有牠的圖形。牠是由三個半環形的小管而成的。

將我們的動作報告到腦的六個小管。上節講半環形小管的專名，叫做「半規管」Semi-circular canals。凡人類頭內，和一切高等動物的頭內都含有六個，各側各有三個。各管內都含有液體。

司平衡的神經，正和視神經的通到眼內，聽神經的通到耳內一樣，牠通到半規管的內面。神經的終端——那就是說許多無數的造成神經的纖維的終端——和管內的液體密接存在，倘若那液體盪漾，或經壓力改變牠的傾向，神經纖維都能知道。

現在讓我們看一個兒童的尋常玩具，所謂立方形木塊的。倘若我們要測量牠，我們知道有三個方向——由頂到底，由左到右，和由後到前。我們隨便揀一個立方體的東西都是這樣的。我們要測量一個房間，也用這同樣方法；我們必定要量地板的前後左右兩個方向，還要量一壁的高度。

照普通的名稱講起來，凡是一個空間，都有三個方向，當我們移動我們的頭時，頭必定向那三個方向中的一個或兩個方向移動。譬如點我們的頭，或搖我們的頭，或把頭抬起低下。凡是頭的移動總不外三個方向中的一個或兩三種混合。那平衡器官的職務，就是使腦明白各種移動，所以牠的結構一定是這樣子，凡一切移動都相當的報告自己到腦內。

這種職務，由頭部各側的三管很精妙的行之，這三管的裝置，恰適合於空間的三個方向。有一個管是平臥的，就是水平位置，其他兩條是直立的，但是兩個互成直角的。因為頭部各側都有一個平衡器官，所以我們可說各管都成對的，他們動作起來一定是聯偶的。譬如當我們搖頭，或在我們跳舞頭旋轉的時候，頭向各側的水平管和牠的對偶便起動作。

我們頭內六個小管裏的液體 上述的裝置的結果，是頭部各種運動，總使那些管內的液體——一對管內的或一對以上的管內的——有完全適應的影響，而腦內的平衡中樞藉此知道。司平衡的中樞，大概在小腦內。有時我們害一種疾病，就是平衡器官失用，於是平衡器官受傷，不能平衡身體，正像一個人的眼受了傷，不能看一樣。這種人就永遠害眩暈病了。

現在還證明倘若祇有某管受傷的時候，頭向該管的方向移動，就起眩暈。譬如祇有水平管失用的時候，我們祇有點頭是完全無恙，但是我們搖頭時，就立刻要眩暈，假使沒有東西撐持，就要跌倒。講到半規管的歷史，很有趣。最低級的脊椎動物是魚，我們在魚裏，找不出這些管的痕跡。然而魚自己平衡得很好，並不現什麼眩暈的形狀；但是倘若我們記着那魚的體表上有多大的水壓，魚從牠皮膚上得來消息，比我們能從比皮膚上得來的遙多，我們就能明瞭為什麼魚無需半規管，而平衡得很好的緣故了。

鳥怎樣能飛翔而不翻墜 我們一步一步的向高等脊椎動物推考，我們發覺這些半規管並不忽然發現，却是漸漸發現的。如若我所說這些管的功用是不錯的，我們應當料到鳥類的這些管一定最精緻而發育最完備。

因爲鳥若沒有完美的平衡感覺，就不能夠飛翔了。鳥飛起來，所得腳和腿的幫助，像我們做比較簡單事情直立走路時所得的很少很少；所以鳥的司平衡的器官的需要，比各種動物尤大。

所以我們在鳥類裏，找到的半規管最爲完美，並且我們還知道，鳥和我們一樣，倘若半規管失用，鳥的平衡能力就被損毀了，牠飛起來就要弄出錯誤，並且顯出和牠的平衡器官的缺損相適應的奇特了。大概那在空中忽然翻墜的家鴿的奇特，就因爲這個緣故。

在這些新事實發現以前，曾經有過一時，以爲半規管一定和聽覺有些關係；這種見解我們也知道當然要發生的，蓋因爲這些小管看起來似乎是內耳的一部分，而且他們的神經，又好像是聽神經的一部分。

我們的耳內和識覺無關的小器官 從前的見解，以爲我們或許用這些半規管來決定聲音的方向。

沒有一個人能看他們簡單結構，不以爲他們的職務是管方向的。但是我們現在知道他們的職務是管頭動作的方向，而不是聲音的方向。知道頭的動作比知道聲音的來源，重要得多。無論一個動物，只要牠的外耳能動，無須頭內有什麼器官，也很容易決定聲音的方向。至於我們人類，在決斷聲音一層，不很完善，因爲我們已經失去像動物那樣的移動外耳的能力了。

魚的鯉許多可寶貴的組織靠牠構成 我們已經失去那動物所有的能力，但是我們得了不少動物所沒有的東西。在很低級的脊椎動物裏，像最簡單的魚和高級的魚，我們找到一種代替肺臟的東西叫做「鰓」。血液流到這些鰓裏，和血液流到我們的肺裏一樣，在那些鰓裏，血液和瀰散在水裏的養氣密接交通，和在我們的肺裏

血液和空氣的養氣密接交通一樣。這些鰓一定要有某種東西資助他們，所以我們看見五個「鰓弓」，其間有裂隙，叫做「鰓裂」。

鰓并不曾進化成肺臟，但是肺臟從一個和鰓絕不相同的東西叫做「鰓」的進化而成的。我們或者要設想，當脊椎動物離棄了水開始呼吸的時候，鰓裂和鰓弓，一點用處沒有，因為鰓并不曾進化成肺。但是有些高等脊椎動物的最神奇最可寶貴的構造，是由鰓裂和鰓弓進化而成的。

魚鰓怎樣會變成動物的肺 我們決不能講「造物」將一件東西變化出什麼用處來這個地球上的生命歷史，已經再四證明，那完全失去功用並且絕不能造就的東西，可以不致廢棄，而變成新鮮的，全然不同一種用途。造物採取那容空氣而幫助魚，自由平穩在水中游泳的鰓，當動物不住在水下的時候，就把牠造成肺臟。這時候造物還有無職業的鰓裂和鰓弓在手裏。我們費了長久詳細的考察，查考許多動物，纔能尋出這兩種東西的變化；而這也是造物造成高等動物身體的一樁大成功，牠利用了許多明明無用的東西，那些東西我們現在就要讀到。

那些東西當中，造物造成全套的半規管 造物把幫助魚類呼吸的器官，變成鳥類的平衡器官。並且從那些器官裏，造物還造成耳的全體，連中耳裏面的小骨，和內耳裏面的奇妙構造都在內。造物還不以為滿足，又把那鰓弓變成一種器官，其新奇不亞於我們用以說話唱歌的發音器或喉頭。這種變化，或者是成功中的成功，因為鰓弓是造了專為終日住在水裏的動物的，而喉頭的用處全依靠呼吸空氣。

發音器和牠對於我們生命的重要。現在我們不繼續向前討論別種知覺，因為有兩種很充足的理由，最好先繼續討論喉頭。第一個理由，我們應當要討論牠，是因為討論牠之後，我們將要研究從魚鰓弓進化而成的高等動物的其他器官；第二個理由，我們應當先討論牠，因為正在討論了聽聲音的器官之後，最好討論發聲音的器官。

我們大家對於喉頭的情形，至少總有幾分懂得，因為我們大家都看見過喉頭的前部壓迫皮向前吐或有時移上移下的。西洋有一種愚想，說喉頭是亞當氏 Adam 吞下去的蘋果，而噎住在他的咽喉內，所以有時人家稱喉頭叫『亞當氏蘋果』。在高等動物中也找到和我們同樣的喉頭或發音器，照我們所知，牠不過是一種弦樂器。在鳥類，其中有多數能發非常美妙的聲音，他們除這種弦樂器之外，還有一種樂器，實際是一個發音笛。但是，無論各種形狀，無論有沒有這種發音笛，喉頭是從魚的鰓弓中的一個進化而成的。

這個發音器當然不僅和說話唱歌有關係；並且時時要做重要的職務，因為他是我們生命呼吸的徑路。而且因為多年前肺的進化情形，從咽喉到發音器的開口，位於從咽喉到食管間的開口的前方。

我們知道，當我們吞嚥液體或固體的時候，能超過喉頭口而不致進入喉頭之內，這種裝置是不可少的，我們祇要研究生物會從某種生物進化到某種生物沿革的情形，一定明瞭牠的用意。所以喉頭上，又被覆以一種並非發音用的東西，牠的職務，在我們每次嚥的時候保護我們的呼吸的氣道。這個器官是幾片軟骨構成的。

生命呼吸所必經的狹道。在年老的時候，喉頭的軟骨較之在少年的時候，雖非完全變為骨性，但是變成石

灰性而堅硬些；這也許是那許多聽覺靈敏的人，所以能容易聽出少年人的口音或老年人的口音的緣故。

喉頭的職務是支持並且管轄兩條小帶——就是聲帶——的動作的。在上册一一六頁的圖，是顯示我們用小回光鏡放在咽喉的後部，從上面觀察聲帶時的形狀。我們看見兩聲帶有向中間的游離緣，由此，聲帶向外行達喉頭的兩側。

我們生活所必需的空氣，全從這聲帶間的狹窄空隙通過。使他們互相接近或分開的裝置，很是簡單。我們每回呼吸，他們就分開，而當我們窒息的時候，就因為聲帶不照常態分開的緣故。但是倘若這兩條帶發音的時候，他們必定要做上述以外的事情。那時候一定要能使緊張，使空氣對着他們衝突，他們於是顫動起來。這還不算盡其能事，因為牠必定還要能張得有鬆有緊。我們研究到聲音就讀到，凡顫動發音的樂器的音調——尖聲或低聲——一定要依靠許多事情，像牠的重量，長度和緊張度等纔行。

獨弦的神奇樂器 譬如一架鋼琴，當我們要發各種高低的音調時，其中有許多長短不齊的弦，並列在一處，所以我們可以打那個發我們所需要的音調的一根弦。我們還可以將其中幾根弦用較重的金屬構造起來。至於提琴，少數的弦就夠了，但是我們能够用手指捺住弦線，隨我們的需要，更改弦線不顫動的長度，隨我們所欲發各種聲調；而弦子又有輕重和厚薄。

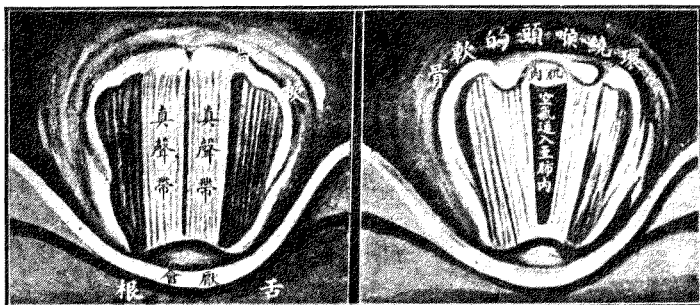
但是喉內祇有兩條弦，而兩條弦總是一齊發音的，不能單用一條弦發一個聲音的；而且他們的重量和長度也相等。在人體之外，如有一個樂器，祇有一條弦，而不能像提琴那樣，在弦線的各點捺捺，決沒有能發許多高低

不同的音調。能使牠發高低音調不同的惟一法門，祇有想出法子，使牠的鬆緊變化。除生命造起來的東西，鬆緊度數，能够有那樣多合應音樂的需要之外，決沒有別種質料，能够那樣而永遠不使弦線受傷，這句話大概不錯的。

一個善唱歌的人有超出人類聲音的驚奇能力。但是我們的聲帶，雖然祇有一種由於鬆緊不同，使音調高低的辦法，然而就用一種辦法，已經可以成功了。一個善唱的人，能發兩級音階的各種音調，而許多唱曲的人，能超過這個成績。在身體以外的東西，決沒有一種能和牠比較的。所以研究聲帶是什麼東西構成的，使牠在幾秒鐘間能改變鬆緊那樣多法，而不致受傷，是很有興趣的。他們實在是由我們所謂彈性性組織的纖維構成的，那彈性性組織就像身體各部所有的彈性性組織一樣。但是平常一片彈性性物，和身體所成的彈性性組織比較起來，直是廢物了。

聲帶怎樣緊張起來使發出各種聲音。現在第二個問題是——他們的緊張度，怎樣改變？在聲帶的前方，正在我們從外面看得見的發音器的後面，聲帶附着在喉頭的最大的軟骨上，但是後方各條聲帶附着在一個軟骨的小結節上，這結節和牠所安置的部分接連得很精妙，所以牠可以向各方面傾斜。

當我們唱歌的時候，裏面的實在情形是：當我們聲調升高時，這兩個軟骨的小結節向後傾斜，所以聲帶緊張；當我們聲帶降低時，他們就向前傾斜，所以聲帶放鬆。這個說起來很容易的，但是下面的圖顯明聲帶的形狀，而做這些工作的肌，是一些細小的絲條。當一個唱歌的人，唱他的最高的音調，聲帶一定很緊，每一秒鐘要比唱他



這是我們的喉頭。在左圖中可以看出發音時帶發音的地位。空氣迫着這狹的聲隙，那聲帶就被震動了。右圖的聲帶是靜止的。我們吞嚥食物，那會厭軟骨便會蓋上喉頭。

的最低音調時震動四倍。所以全『造物』的成績中，沒有一件事，再比一個唱歌的人對於這細小機械的管轄那麼完善了。

為什麼人類聲音比一架鋼琴更神奇。我們一定還不要設想作曲家祇能那鋼琴兩個音階的音調。我們知道鋼琴有種種音調，而一個唱曲家能依和各種鋼琴。技巧的唱曲家，在鋼琴的兩個相連的音子間，能發出幾個音子出來，竟有至十一個之多。

我們已經說過，這些奇能，全仗着聲帶的緊度，而聲帶的緊度依靠拖引聲帶連着牠的軟骨的細小肌絲的力量；而那肌絲的力量，全仗着從腦內神經細胞發出到這些肌上的神經的神經流。所以這個機械的無比的靈敏實在在腦內中樞裏。

凡學習一個歌曲未完全的人，或會留心聽過一個小孩學習一個歌曲的時候，大家知道那各種樂器發一個音，只要在我們的聲音能力範圍以內，很容易學的，這是一件事；我們要發什麼音調，就發出那一個音調完全又是一件事。所以這有兩步困難，第二步的神祕，是出於我們描摸能力以外；第一步就是我們僅用以仿學所聽的音調。

這一步是實在很神奇的，因為牠是司聽中樞細胞與那發動喉頭肌肉的中樞的細胞間的精巧合作的工夫。編音調和唱音調的神秘，但是現在談第二步，譬如一個唱歌曲的人，附和他沒有看見過的一段音調的情形。他所效仿的是什麼？什麼東西指導他效仿的呢？我們祇能夠說，歌曲的人描仿或唱出他心裏所有的一種聲音的意思；但是什麼東西是意思，意思在什麼地方，歌曲的人怎樣能夠做他所做事情，沒有一個人能夠說出；因為我們談到此地，談到意志的區域裏面了——意志是各種東西當中最神秘東西，簡直使我們迷糊到極點了。最後我們要談到一個編音調的人，拿一枝筆和一張紙坐下來，從那頭顱裏寫出音調來給人家唱或學。有些從前所編的有名音調——那種音調會使煩惱的人快樂，怯懦的人勇敢，浮躁的人安靜，並且一直到調子終了，總有那種功用——是貝多芬 Beethoven 在他兩耳全聾許多年後所編的。他所編的音調中，最有名最奇美的部分，其中他決未曾聽見過一個音；然而他意志的耳，比以前隨便什麼人會聽，否則，決不能發明出那些有名音調來了。

說話和歌唱

我們知道，那人人都有樂器喉頭，或發音器，怎樣的隨人意思發出種種不同高低的聲調來。歌唱雖然是最怡情，最可貴，並且雖然有許多書籍，曾經把發音器，和他歌唱時的功用，詳細講述過，但是說話的效用，實在要比歌唱更重要得多，所以我們必需要從製造語言的機器方面，來研究說話的生理。腦內奇異的中樞，貯有許多字

句，和字句的意義，我們都已完全知道了；並且一切事情都由腦中樞所發的命令，那我們也是明白了，那麼，我們現在就要進行研究那個傳達命令的機器。那發音器當然就是這機器的主部——換句話說就是這機器最重要部分——不過不是全體罷了；因為人人都知，若作耳語，也可以說出各種聲音，那就是全不用喉頭，也能發出聲音。有一個要點，已經許多思想家大加討論，我們應當先說明的。我們知道，我們人類對於說話和歌唱兩事，都是能夠的了，但試看那些鳥類，他們只是婉轉歌啼，並不能說話。那麼，有一個問題是：先有歌唱呢，還是先有說話？對於這個問題，就有兩個相異的議論。

在十八世紀末葉，有個法國的大學者，名叫迪特魯 *Diderot*，和多年之後的斯賓塞 *Herbert Spencer*，以為說話是先有的，歌唱則在說話之後。他們所持的論據是：說人自學會了講話之後，僅能知道說話，待要想使所說的話較為有效，較為有勢，和較為圓活，使人聽得傾動的時候，那麼就將那些字句歌唱，以替代他們直白的述說。根據這個理論，所以說話是先有，而所唱的歌，就是說話的一種，附加以音樂作用，而增其效力。

但反對他這些主張的，另有一個大理論，主張那理論的便是達爾文 *Charles Darwin*，他曾研究人類的，以及低級動物的『感覺之表示』“*The expressions of feeling*”，有了好多年數，據他的意思，他曾把許多低級動物的感覺表示考究出來，尤其是專門歌唱，而且唱得最好聽的鳥類，達爾文以為動物歌唱的主要原因，是要互相問訊，和互相娛樂的意思。由這一點觀察，所以歌唱是隨着動物先有的，而說話是隨着人類後有的，這就是達爾文所持的理論。

這歌唱和說話究誰先有的問題，就是本書著者曾經專心研究過的，他以爲在人類說話和歌唱，是同時發生的。說話和歌唱，簡直同是用聲音來表述之事情，不過分爲兩種罷了。我們試考察那些極幼稚的兒童，他們長成的時候，說話和歌唱的能力是同時長進的，並非先能說話，許久纔能歌唱，所以迪特魯和斯賓塞所主張先有說話，後有歌唱的理論，是不能與事實相符合；若說歌唱與說話，不是同時發生的，畢竟也沒有甚麼理由可以證明。雖然，這也是一個有趣的問題，堪以思索的。現在我們把這些說話和歌唱先後問題不說，試先研究說話時的情形。

爲什麼說話時用種種不同的音調 第一步讓我們揭出歌唱與說話間，有什麼分別？除了作耳語之外，無論是說話，無論是歌唱，我們都是應用那發音器來發聲音；這兩種的聲音，同是有音樂的音子 *Musical notes*，換句話說，那些聲音所成的聲浪，都是有規則的，並且這兩種同是有高低的變化。

上沒有一個人，永遠用着一個音子來說話，縱使是說最短的語句，也不止用一個音子。我們說話時有時把聲音提高，有時又把聲音抑低，並不守着一個音調的，並且這種提高或抑低，可以通用於好些地方；縱然是幼小的兒童，或者外國的人，他們不懂我們所說的語言，也可以由此知道不少意思。

我們說話用高低不等的聲音，非但人類可以知道，就是畜類的犬馬，也可懂得。如果有人不相信，我們要用各種音子來說話，那麼請他舉出一個能用一個音子而不提高抑低說話的人來。希臘文 "monos"，就是單獨的意思，如果所說的，或所唱的，全是用着一個音子，我們即說那是個「單調」*Monotone*，所以我們就有「單調

的』Monotonous 這個字。

我們怎樣把我們的聲音分出音色 真正用單調的音來說話的人，恐怕我們很難遇見。並且我們說話時，慣用大小不一律的聲音，又除說話的正常音調外，我們也用各種所謂『音色』加在我們說話的聲音上。我們對一小兒說話，雖然有時比對車夫說話偶要大聲些，但是那個聲調聽上去，必定是和軟的。我們說話時，有好多不同的神態，可以加於同聲調，同高低，所說的同一句說話上，以顯語意之分別。

我們爲甚麼要研究得這般仔細呢？那緣故就爲我們要注意說話和歌唱的分別；我們最先注意的，就是唱歌者的動作，並不較一般說話者的動作多些。唱歌人所用之音子，力量和音色，都和說話的人所用的相同，甚至所用的調律和速度，也沒有什麼不同。

雖然這麼說，但絕沒有人說，唱歌與說話是一樣的。若是有個人說話，用了唱歌的聲調，他人聽了就能分辨出來的。英文中有個尋常的字，其中有段趣史，頗合於此處的材料。這個字就是“Cant”字。譬如我們說『某物是假的』我們就說，“A thing is cant”，若是有個人，對於些高超的觀念雖是承認，而非誠心相信，那麼我們就說『某人是假裝的』“A person is canting”，其實這個“Cant”字，是由拉丁文“Cantio”的字來源的，譯牠的意義是『我歌唱』“I sing”，而“Cant”和“Chant”，簡直同是一個字，故此我們說『某人唱歌』，“A person is chanting”和說『某人裝假』“A person is chancing”是一樣了。

說話時用唱歌的方式那便怎樣 英國歷史上，有個很有趣的時期，那時有些人對於許多事件，都是用很嚴

格的眼光來觀察，並且他們有個習慣，就是說話時，用唱歌的方式。所以他們說話，就和『歌詠』(Canting)一般。反對他們的，說那些人是懷疑於他們所信仰的道理，故此 Cant 這個字，原來的真解是『歌唱』(Singing)，後來就解為不誠信，或作偽 Insincerity 的意義了。

我們試問，譬如有一個人，原是用尋常的方式來說話，他現在用唱歌的方式來說話，或者他確然是唱歌，那就覺得怎樣？所覺得的是他現在所發出的音子，其間有固定合規則的音程，恰似鋼琴上所有的音子一般。但我們尋常說話，是不用固定和音樂的音程，可以任意將音聲提高抑低，全不注意於音樂的音程。所以我們說話時的聲音，常保持在半個；或少於半個音節的限度，而歌唱的時候，就要擴充到兩個，或兩個以上音節的高度，這差不多是個慣例。這個雖然是很明顯，可以直接想到，但歌唱則用音調間有固定音程的音調，而說話就可將聲音隨意高低，這個情形，並不是歌唱與說話間真正的分別。我們試用提琴來引證，或者我們能夠更明白些。那奏提琴的人，將手指依着固定的音程，穩然按在弦上，就可奏出一定的音子，恰如鋼琴上所有的音子一樣。

對於琴師有個大問題，就是他要把手指時常都放在弦上適當的位置，那麼奏起來，就可合度。現在譬如我們歌唱的時候，似乎是用那些我們所見真正的音程，可是只未得琴師法子，但將我們的聲帶，任意收緊，任意放弛。若歌唱時用這些音程，那些聽見的人就說，我們唱得『脫了腔』，或者說『不合音韻』，必定立即一哄而散，只有那些未曾聆過我們唱歌的人，纔來請教了。

爲甚麼各人有各種不同的音聲 琴師奏提琴的時候，雖然一面將手指在琴弦上下滑動，以替代某音程之

停止，但同時他也能將胡弓拉動，使那根弦發出聲音。琴弦因受忽長忽短的按捺，所以琴師就可造成許多音調——真有益千累萬之多——惟那些音調不能在鋼琴上仿效。我們的音帶，也是能有任意的鬆緊，所以我們說，我們能夠任意擇定聲音之高低，恰如琴師按定琴弦某點，以成音調一般。

各聲調間的大分別，不止一端，而其中之一，就是由於說話時，所選擇之音子。一個人若是不歌唱，他說話所用的音子，就可以完全相同那是可以假定的；但我們都知道，有些人們的說話，使人聽見，有真正音樂的愉快。有時我們可以注意的，有些善歌的人，唱得非常動聽，但他們所唱的歌，並不是真正拿音樂的，他們說起話來，或竟無音樂的意味，又有些人，他們永不歌唱，而說起話來，有最動聽的說話聲調。那些耳官有感覺的人，若是環繞他左右的，都是口齒伶俐之人，有娓娓動聽的聲調，他們再沒有那麼快樂的了。那麼，我們為什麼要研究這個問題呢？這也有幾個原因，其中之一就是：因為說話聲音的美術，在今日已陷於一個絕危險的境界了。

在大家族中對於聲音之大注意 我們要注意於在大家族中之聲音，其中有個緣故，是因我們同聚在一起。我們敢說，動聽的說話聲音，出自小家庭的，較出自大家庭為多。假使我們是十二個兒童之一，且須對人說話的——那麼，我們就從速考察，那一個聲調是最動聽，而我們能學得到的，以後我們就永遠用着那個聲調。人人都應仿效這個方法，來注意他們兒輩的聲調，最好是，若有許多在一起，立即叫他們說給我們聽聽。

有個良好的方法，就是要先擇那個說話，最沉靜和最精細的兒童說給我們聽。譬如我們有個幼女，她能說得美妙可聽，那麼我們就於她的真名外，稱她所用的聲調做夢尼卡瑪利聲調 *Monica Mary voice*；又若她在

蠻橫的時候，她說出那種較不悅耳的聲調，那麼我們便喚那聲調做澤則柏爾準茲聲調 *Jezebel Jones voice*，這種不美的名稱給了她後，恐怕她永遠不忘的了。她若用澤則柏爾準茲的聲調來有所請求，就不給她，但若她用悅耳的聲調請求，則竭力應允，這個就是一個法子；並且是個好法子，可以使她改去那種不好的聲調。我們時常用這般的法子來鼓舞她，到了後來，她便改用較悅耳的聲調來說話，那些環繞她的人，必定都愉快沉肅，對於我們也就很感激了。

城市的嘈雜足以毀壞聲調的音樂性 聲調失其美性的第二個特別原因，就是因為城市的發達，和城市中的聲音的嘈雜。在我們環境的嘈雜聲音，若是愈大，我們說話時所需的聲音，也必愈大，那聲調的音樂性，就由此逐漸毀滅，也就是音調的性質，和高調的高度同時毀壞。我們受嘈雜聲音所包圍，我們便無暇整理我們的聲音，使我們的聲調可以悅耳動聽；惟是我們又不能含默無言，總需對人說話的，城市聲音嘈雜的緣故，自然就是因為人類龐雜聲調不同的道理。

譬如有一個人說話時，用高而且粗的聲音——他以為別人不易聽見，故此這麼說法——告知我們，他自身和他環境的事情。反於此的，有個女子，她說話用頗低，頗沉靜，和較有音樂性的聲調。那麼，她差不多是告訴我們，她是慣於居處和平及沉靜的環境，無人攪雜說話，無人大聲呼叫，並且她真未曾說過那種不耐聽的聲音。莎士

比亞 *Shakespeare* 寫利爾王 *“King Lear”* 劇本，恐怕就是莎翁所著劇本中最悲慘傷心之一齣，他寫利爾王述他的女兒科第力亞 *Cordelia* 說：『她的聲調，在女子中是最溫柔，最文靜，和低沉的聲調』 *“Her voice*

was ever soft gentle, and low, an excellent thing in woman.”

有些年輕的人，讀着這些句語，並不感覺很重要；但等到我們不樂意的時候，或者等到有病，或者等到我們終身相處有這麼一個人，那麼，就覺得有怎樣一個分別了。

教就溫柔 and 文雅聲調的大價值。有許多醫生和看護，對於病者的價值，要比別些人大得多。那個緣故並不是因為他們更聰敏 and 更慈善，實在由於他們有聲調的仁慈，這就是能使病人痊愈一半的原因。

若是聲調的性質，和聲調的功用，完全由於喉頭或發音器差別的關係，那麼這個問題就無須討論了，但就事實上觀察，絕不如是的簡單，其結果是根據更深於此的原因，而說話的聲音又時常是可以表人的品格。少年們若能留心於此的智識，那就可以由人的聲音，鑒定那些人是何等人物了。

每年花費於學歌，和聽歌的金錢，何止千千萬萬，有了這樣大的花費是很不錯了，但最奇是畢竟絕少人，覺着語學的困難，也竟無改進聲調的覺悟。做父母的，很樂意費巨款給他們兒女學習唱歌，但同時又任令他們的兒女，說出連狗都不願聽的語言，那是可奇的。我們完全知道聲調高低，所憑藉的是甚麼了，並且我們也知道任何高度的聲調，可以有各樣音色和各樣性質了。這在從前是不容易明白的，但若是研究了地球裏的聲學，那就知得清楚。

爲甚麼用同一音子可以歌唱各個母音。我們說話，或是歌唱，所用的限定音子，其實就是多數音子攙合而成之混合音。這些音子中，最低沉的叫做「基礎音子」也即是我們所最愛聽的音子。但雜合以其他幾個音子

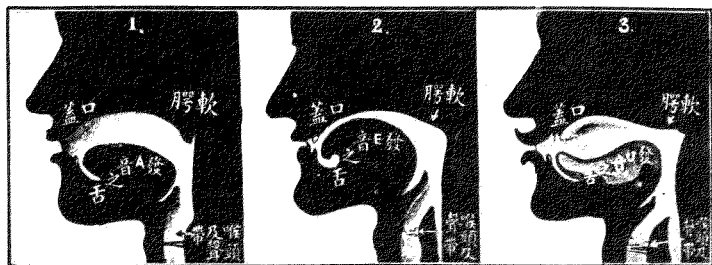
——叫做『副音』，就使基礎音子增加音色，並且給主要音子其他的性質。

現在我們都知用同一音子，將任何母音字來念讀，或來歌唱，都是可能的，讀至此，我們試將 a, e, i, o, u 等母音字，用同一的音子，沉靜的念或唱給自己聽——自然都沒有各母音字的聲音。但若用同一音子念唱各母音，其聲音的分別在那裏呢？那些母音與母音間的全體分別，即在副音之數目之成分，和其聲音的大小。當我們用一音調，歌唱 a, o 兩個字時，其間的分別，就是將念成 a 字的副音轉變，即可念成 o 字，故此又若要轉念 o 字的聲音，或 e, i, 以及其他的字音，都是將那些副音轉變而成。

我們唱念這些母音字時，若能細加注意，則覺得口裏有怎樣變動。我們是將咽喉轉變為各種不同的式樣，並且要變動舌的位置和形狀；又若轉到 o 字的聲音，我們並須變動口唇的形狀。

我們怎樣運動發音器以製成各種聲音 所有上述種種情形，喉頭是不變動的，而且聲帶的狀態恰如原先的情形一般。但只變動喉頭以上各空間的形狀——這些空間即所謂之共鳴器——那個副音即轉變而成別個字的聲音；譬如我們先念着 a 字，現在要念 o 字，或其他的字，則將喉頭的空間稍稍變動，則將念 a 字的特種副音，代以念 o 字，或其他的字音。

兒童學念字音，是用仿效的法子。說起來，並未教以怎麼念法，而他們依然知道怎麼念法的。人在幼年的時候，正是求學的時期，到了老大，非但難求新的學識，而且在幼年所學得的，到老尚可記着，不至於忘記，所以我們在幼年時應當多留心於學識。各種不同的語言，有各種不同的母音字。學語言時，大概以拼音為最難，發音清



圖中我們可以看出，舌的位置，而發出各種不同的母音發音的時候，喉頭的位置，原來不變動的，不過改變喉頭上的中空之處罷了。圖中所示的母音是A, E, 和U三個聲音。

楚與否，那就全在一生中學習時期的問題。

各國人對於別國文字的聲音，總覺得是「佶屈聱牙」的。譬如英文裏邊，就沒有一個母音，可以替代德文的 *ei* 音或 *no* 的音，並且英文 *o* 字的聲音，也不全合於意大利文 *o* 字的聲音。故此我們覺得說別國的語言，要咬正那國語言的聲音，是很不容易的，並且差不多通例，我們永不能說得準確的；譬如我們能夠說得很好的德國話，或者是意大利話，但德國人意大利人，很知道我們所說的話，並不是由搖籃中學來。

爲什麼別國人永不能說純粹的英語？別國人不能把英國語言講得很完善，就和英國人不能說最純粹的別國語言一樣，別國的人雖用英國語言，比英國人更爲純熟，更爲敏捷，縱使他住在英國有五十年之久，並且他是一個最講究音樂的人，然而他念母音字的聲，也未必就完全準確。試聽英國人念 *han* 字的音，和說英語的德國人所念 *han* 字的聲音，其間的分別就可知道那些舌，喉，唇等器官，纖微的轉動，是如何的奇巧了。

兒童學語言，是由仿效，我們已經知道了，由這事實來推論，倘若有些

人，學語言的時候，不幸未遇着那模準確母音聲韻的人來教他，那麼，這些人念出來聲音，必定不能十分準確，往後他們想要改正，就是個很難的事，恐怕更是永遠不可能。那麼，若想念母音字的聲韻，是十分準確，則須具有敏銳的聽官，而且環繞以都是講究音韻的人，故此若是有人，說起話來是清楚伶俐，而是一個兇狠之徒，又如有個人，他說話是用一種不耐聽的聲調，而是個豪傑之士，我們還是寧願多留心於這兩個人的聲，比注意於他們別的事，更為有價值。有可能性的母音聲韻，其數很多，差不多可以說是無量數，因為人身體上各部分，與語言相關，而含有可能性的各部位依着副音的作用，轉變聲帶上所發的聲音，而另成別的聲韻，故這些有可能性的部位，都各自和各母音聲音相符合，而可成無量數的母音聲韻。但我們很知道，無論任何語言之中，絕不是只有母音字的聲音，却是兼有各種子音，像 *b, c, d, f* 等聲音的，並且屬於這類子音的聲，也是很多。

母音和子音間聲音的區別 第一件，我們要研究的是母音和子音的聲音有甚麼區別，下面所述，就是一個確切無疑的答辭。母音和子音的分別，就恰似樂音與雜音的區別一樣——換句話說，一個是有規則的聲浪，一個是空氣中不規則的雜音。故此，所有各母音字俱是樂調，更確切言之，那些母音字就是許多樂調的彙集。譬如 *i* 和 *o* 是樂調，恰如 *a* 和 *ah* 是樂調一般，但若不說 *ah*，而代以 *ark* 字，我們用了這麼一個子音的字，立即可以顯明，我們現在所製出的聲音，完全不是一個樂音，却是雜音。諸如此類的證明，尚有很多。

譬如我們聽見那像德語的充滿了逆耳難聽的子音字，和那像意大利語的，很少兩個子音字連在一起，而且各個文字，多是母音字拼合而成的流利，我們的聽官，就立即有感覺到兩者間的愉快與否的區別了。大抵每種

語言文字中母音字的多少，和那種語言的樂性成正比，母音字愈多，則其音樂性亦愈多，子音則反是。

無人能歌唱的幾個聲音 我們知道，母音可以拿來歌唱了，又若歌唱的時候，念得非常準確，那就延長到好幾秒時，我們依然可以發出很準確，合於那個所唱的母音之聲。但卻沒有人能將子音字來歌唱，因為各個子音字，都是和喉頭發出來的樂音相窒礙。我們不信，可以試將 *B* 字母來歌唱，覺得唱的是 *B*，那是不錯了，但其實我們自己仔細去聽，過了最初的瞬息間，則覺得所歌唱的，是通過鼻管的一種聲音，既不是 *B* 的聲音，也不似別個字的聲調。這子音的自然的事實，與母音字比例起來，於說話的人和唱歌的人都很重要，不過其間的關係，各有不同罷了；無論什麼人，他若說話，他若歌唱，都可以知道其間的分別。

爲甚麼唱歌的愛唱意大利語 歌者第一的職責，是要唱歌——換句話說，就是『作樂』“to make music”。唱歌的人雖有時也許將單純的母音，如 *e*、*i* 等的歌唱瞬間，但通常是要唱些文字，而文字由母音字與子音字拼合而成的——那就是說無論合於音樂的字，不合於音樂的字，和那些最不合音樂的如 *o*，以及次於此的一等字，都是要用來歌唱的。

所以，所唱的語言若許選擇，那麼唱歌的人，必定採用意大利文字，因為這種文字中，母音字常比子音多，若他念着的有子音字攙入，必可知道他就很易於處理。我們唱着子音的時候，須要將牠誦念清楚，然後別人纔能知道所唱的是甚麼，但是須唱得很快，因為子音內有雜音足使音樂斷續——無論什麼子音都是這樣。我們初學唱歌的時候，子音字也應該歌唱；可是先應當學的是母音字，因為只有母音字，是真可用來歌唱的。歌唱的時候，

以及說話的時候，那空中的『氣波』 air-waves 就散布些纖微的塵埃，能繪成許許多多的人類聲音的圖案，那種情形，若仔細說起來，也是很有趣，堪以記述的。

說話的人念子音時需注意之點 現在我們再討論說話，說話的人，第一的職責與歌者不同，是要人人聽得明白，我們學習無論那一種的語言，總覺得其間的分別，由於子音的比由於母音的為多。故此說話的人的通例，與歌者的通例，是正相反對。所以無論怎樣，說話的人必須要使子音字的聲音不錯誤。說話的人，切勿說到一句話的末了，或是說到一個字的末了，驟然把他的聲音停止。因為字尾，往往是子音字，要念出來別人纔知道是個什麼字，若是念得不清楚，別人自然不會明瞭。說話的人，若能將子音字的聲音念得非常清楚，使人一聽就明白，一方面又不犧牲母音的音樂性，那是很難得的。這樣的語者，必定大受歡迎，因為他有悅耳的聲調，和自然的敏辨，這兩樣都是聽他說話的人所必需的。

我們學習子音字，若自身未覺得什麼，或未會受過人的指摘，那麼也就無需練習太久。發音器官的各部分，各有各的功能，某部用以說某組子音，別部又用說別組，各有專長，不相混亂的，例如 p, b 和 m 都是用唇，故此這一組的字，我們便叫作『唇音的子音字』“labial consonants” (labial 就是拉丁文的唇意思)，p, b 這兩個字，同是將唇開展，但其分別，不在唇開展之猛烈，而在開展的速度。

調音時舌和齒的功用 拼音時，舌部的大功用是在念 l 和 r 兩字。若念 r 時，將舌捲起，便更可信了。此外有些子音，確是要用齒部，例如 s 字和 z 字便是，這些字便叫做『齒音的子音字』dentals，又如 n, s 的聲音，我

們顯然是用口裏面的上部，名爲上腭的，故此我們就叫他做『腭音的子音字』“Palatal consonant”。

嗓子對於子音是無能爲的，因爲依我們所見，嗓子的能事，是發出音樂的聲調。並且我們知道，依所發聲音的性質，以判別母音，而子音的判別，則在唇，舌，腮，齒，等器官的形勢。又若我們使所呼吸的氣，由音帶間通過，並不將音帶任何運用，也能發出各母音及各子音的聲；換言之，我們能吹氣成聲，而上述能發出的聲音即是吹出來的。所以說話時的不完全，有由於發音器的不完全的，例如牙齒失落，也有由於調節器的不完全的，其中重要的就是所謂『吃吶』Stammering。

眼的歷史

現在我們要研究的感覺是視覺 Vision，和關於這種重要感覺的器官，這器官就是人人都知道的眼。眼在各種知覺中，有許多情形是最奇異，並且最重要。故眼直接關係於實際生活的。牠概比聽，嘗，嗅，諸事緊要得多。盲目人的要比聾耳的人更不便當。地球上生物的發達和進步，很大部分是靠視覺，並且我們已經講過，腦的視覺部分，以最高級的生命的最爲最大，而在我們人類，比其他動物的視覺部分尤大。

視覺也是最有關係於我們所住的世界觀念，故此視覺亦即關係於我們在這世界上的實際行爲。若我們不能看視，那就世上許多的事物我們都不能知道，我們只能由太陽輻射的熱力，纔知有太陽；所有天空的物體，近的如月球，遠至億萬的星宿，一概都不能知道了。所以在我們所居之地球以外的，大千世界的智識，我們全憑着

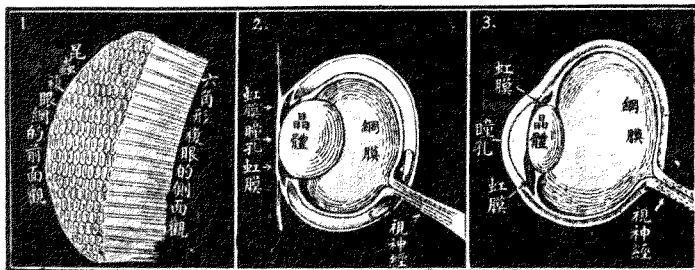
眼纔能知道，並且這個權利，惟有我們的視官才堪享受。視覺和別種感覺不同，能使我們直接與那無窮盡和最

高超的天空接觸，縱得有地球以外的知識，那是別的器官所不能的。

從前有個最偉大的人物，叫康德 Emmanuel Kant 氏，他說，人們心意中的責任感覺 The feeling of duty，和在我們上面的星宿世界，這兩樣事，他最以為奇異。現在我們試研究那些生物，在自古迄今的長時期內，怎麼能發達他們的視官，使能看見星宿世界。

這眼的歷史的問題，是深有趣味。不久之前，我們曾想把動物界的歷史，開始澈底的研究。從前並沒人討論過植物界的視覺過，但近頃才發現視覺的一種，毋論怎樣比較，總不是屬於動物界的。我們從植物界中考察出來的視官，委實要比椎脊動物的舊式得多。若我們真要明白我們人類的視官，我們必需先從那些比我們的眼目，或身體的別部分更舊式，和更單簡的入手。

植物的視官，都是非常簡單。長青植物，尤其是這類植物的葉，是用以吸收，且應用射在他們上面的光線。因此我們可以在植物的葉上，尋出他們的視官。現今已經試行多次，對於多種植物的簡單實驗所證明，



第一圖所示的是蠅的眼睛，第二圖是魚的眼睛，第三圖是人的眼睛，我們將這三圖來比較，就可看出魚的眼睛很像人的眼睛，而蠅的眼睛相差就很遠了。

無論什麼植物的葉，對於光都有感覺。

例如光線的方向改變，不久則植物的葉也就自己轉動，似乎要使光線正確的射於牠的上面；並且有幾張葉，還要屢次跟着光線轉動。若是說樹葉，是來看視亮光，那種觀念或者是錯誤，不過葉跟着光的方向轉變，必有作用的；那就是一種最簡單的視覺。這種的視覺，頗與初生嬰兒的最初視覺相似。

樹葉能看的小視官 在證明葉能看視之後，第二件事，當然是要考察葉用以看視的是葉的全身體，抑或是些特殊的地方——這些地方，必須叫牠做視官的一種。若將葉面仔細檢查，常考出有許多地方已發達，成爲一種單簡的視官。換句話說，有若干組成葉面的細胞 Cells，變爲一個特別形狀。這些細胞的外面是弧形的，恰和我們眼球前面的弧形相似。

光射到細胞上，譬如說就集成焦點，而射於細胞的底部，恰似弧形鏡片，將太陽光線聚集，而映成一明亮點於紙片上。若葉與光相交成直角，則光所集成之點，正射在細胞底部的中央。

葉不直對光線便怎樣 葉不正對光的情形，與我們的視官，未將物體的光收聚於適當地位的事情相符合——這些不久就要講到的——我們正對某物看視，那物像則正射在眼球後面的一個適宜的所在——那所在即我們看視最爲清楚。但若葉不面向着光線——我們也可以說不正望着光線——那細小的光點，本要牠射在細胞底部中央的，卻射在細胞底的一邊，或者竟全未射着細胞底部，而射於細胞的壁上，那麼，細胞的生命就知道其區別了。

這些的發現，當然是很能引起研究這事的人的興趣，也初的許多疑點，都可一廓而清了。我們最先，應當證明那細胞外面的弧面，真個可以作透光鏡之用。

能證明這事的方法有二：或者將葉的外面削下，則葉變為平坦；或者略注水於葉面，然後蓋以薄片之玻璃，則所注之水，都填入各細胞間的凹凸面，葉就變成平坦；任用上述之一法，都可以把葉數千百凸出的小視官遮蔽。

由這些實驗，就得發見那植物已不和光相應；葉不向光轉動——一句單簡的話，牠已不知光線的來源。他們視覺已被毀壞，恰似我們的眼被害一般。

能將葉的視官攝影 到最近的時代，這種小視覺的能力另有別種方法，可以把牠證明。若是這些細胞，以他們弧形的前部，真能作用如透鏡一般，那麼，若是用細心敏捷的手術，當可能使之攝影——換句話說，那就可能應用這些細胞，當作成百枚輕小攝影器的透鏡一樣。這是已經試驗過，並且最精緻的影片，也曾攝得——所攝取的影片，若是清晰精緻，那麼，將牠放大映在幕布上，則攝取的人影亦能辨視。

這個題目是非常新穎，而我們所知，只是這些智識的初步罷了。雖然，這些的初步已能使我們把所知植物，和植物奇異的生活，另編一章。此處只要使我們知道，植物是依賴日光而生存，我們人類又依賴植物之生命而生存，植物有視覺，他們藉以生存，推算起來，也就是我們人類生存的憑藉。既因所有動物都依賴植物而生存，所以我們應該知道上述的事件。現在，我們來研究動物界視官的發達史。

最低級的動物生活，我們知道牠是靠著光線，因為我們見有許多最簡單的動物，常由陰的地方，蜿蜒到明亮

的所在，又有些由亮的所在，蠕行到陰的地方。這些動物的軀體是非常簡單，並非我們人類的肉眼所能看見。皮膚內的視覺錐形怎麼考察出來。這類視官的錐形——換句話說即是眼的錐形——我們是由數種下等動物考察出來的。這些下等動物的皮膚部分，對於光線很有感應。我們在這些動物裏發見牠的顏色是由於在明亮處的，在暗處的，和在陰影處的面變化，並且若用顯微鏡，將那些皮膚考驗，則皮膚內大多數的細胞，而且那些細胞裏邊，貯有有色物質。

這些有色物質，通常稱爲『色素』Pigment。這些色素細胞 Pigment-cells 對於光線能生感應。若光線照在他們的上面，所有色素，即聚集於細胞之內，但若將亮光撤去，或在陰的地方，那些色素即從細胞的中央，分向各方散開，所以色素就四散。

上述的解釋，就是說明動物顏色要變化的緣故，也就是告訴我們，動物爲什麼能知光線的情狀，和怎樣依着光線的地位而起作用？在視官史的研究，色素細胞的問題，業經加意研究過，但是現在發現了，葉有這般希奇的視官，具有完全的透鏡，可以用來攝取影片，那些我們視爲動物視覺錐形的色素細胞，和植物視覺比較起來，反覺瞠乎其後了。

皮膚內受光線作用的小細胞 我們雖不確知光與色素細胞的愛力是怎樣，但可確信這些作用委實是一種化學作用。人人由攝影術，都知光有化學作用的——例如膜片上所敷的銀鹽類就是。做主婦的人，若是她的帷幕褪色，或是將衣服在陽光中晒成較淡的顏色，她也知道這是光的化學作用。光和色素細胞所生的作用，

也是個化學作用；又我們來研究，當光線射到眼後面的網膜上時，其所起現象是很像那光線對於帷幕或衣服的情形。

在視覺史上其次所知的，就是那些原始分散於我們身體上面的色素細胞，可以聚集於一定的場處。這些細胞並不是浮在皮膚的表面，恰是在表皮的下層，即第二層，在該處這些色素細胞聚集起來，於是表皮成爲更厚，稍稍隆起。這是很重要的，因爲我們皮膚上若有了隆突——就是說弧形凸起面——那亮光必由此隆突處射到色素細胞上，所以就有了凸透鏡，像我們所知的取燈頭鏡，或葉的透鏡一般，其結果光線就收聚起來。

一種簡式的視官和蠅類的奇異眼睛 現在我們已充分研究過，知道色素細胞和身體任何部分一樣，也由神經 *Nerves* 和腦連絡。所以我們現在第二步講論的，是收集光線的透鏡的所在，光射到色素細胞時，那些有感覺的色素細胞，便和光線發生化學的親和力，而神經便將這些變化報告到腦內，遂起視覺。上述這些，自表至裏合攏起來，即成爲一種簡單的視官。

所有各種無脊椎動物的視官看來就是這類視官的進化。這般無脊椎動物的視官，多由皮膚發育而成，正像我們從前在這類動物的歷史中所講過的，眼是由皮膚逐漸進化一般。我們不久就要知道，脊椎動物的視官是更高級，但低於脊椎動物的視官，我們也切勿輕視，因爲有些蟲類的視官，很是敏銳的。關於這一層，大概蜻蜓就是最奇異的昆蟲。牠的眼睛是極大，並且極強。

眼的透鏡，除所謂僅彎成簡單的凸形之外，有許多別的情形，和已經琢磨的大鑽石相似；鑽石琢磨之後，牠的

外面有許多細小面，而睛珠也有許多面，這些小面通稱爲「複眼」。蜻蜓睛珠的複眼數，計過共有一萬七千之多！

蜻蜓怎樣玩弄人以自娛樂，蜻蜓飛騰空中，牠辨認和追捕微小蟲類的準確和敏捷，很少有那麼可驚奇的。

瑞士有一位著名昆蟲學大家福耳教授 Professor Forel，他說：「人若在塘邊搜捕蜻蜓，就很容易相信，蜻蜓怎麼引誘捕者相追逐，以爲娛樂；他們並且時常引人到一個剛剛捕他們不着的地方。

蜻蜓能够量度敵人的距離，和敵人的蔭到，他們這種能力的程度，是可看得出的。除了嚴寒或在黃昏的時候外，他們平常俱能維持他們所飛的距離，使捕者不能與之接觸，並且來者是攜有羅網，抑是徒手，他們都能看得很清楚，那個就是唯一的事實，可以顯明蜻蜓的視力。人也可以說，蜻蜓又量度網柄的長度，因爲網柄過長，是不利益。若是先把網羅收藏，待到蜻蜓飛近，然後驟然拋去，以爲可望收效，詎知蜻蜓又飛開去了，這都是徒然自尋煩惱的。

我們切勿以爲一切昆蟲，都有良好的眼力，昆蟲的視力也有許多等級，蜻蜓是最好那方面的極端，而那些不能看視的蟲類，是反於此的極端，例如穴居的蟲，和若干種的工蟻，他們終生在地下生活，完全是盲的。

蒼蠅學知趨避火燄 蟲類愛向光處飛，是成慣例的。我們所用的那些人工光線，並非來自天然，但飛蟲每向燈飛撲，那是因爲飛蟲把燈火當作日光。有許多家常慣見的蟲類，以他們長期間的經驗，學知人工光線是什麼，這個事件在我們方面看，是很不幸的。他們的自然習慣，怎麼變化的問題，我們很難討論，但無論怎樣，他們確有這麼的情形，類此的蟲，例如現在我們所知的尋常蒼蠅，他們向火飛撲不致自焚，所以能自由生存於我們的家

室中。

蠅類的性質，最嗜污穢，他們的足趾常時沾有污垢。所以蒼繩就是各病的媒介，每年嬰兒因誤食下被蠅所毒的食物，而致傷生者不知凡幾。蒼蠅因得他們先輩的教訓，知道如何應付如何趨避那些人工光線，恐怕已經改變他們的自然性了。所以我們說蟲類知避火燄是最不幸的。

多年以前，亞柏立爵士 Lord Avebury 證明蜜蜂和黃蜂都有辨別顏色的能力，不過黃蜂的能力要比蜜蜂低劣一些。蜜蜂除藍和綠兩色稍易混亂外，牠所能辨的顏色很少錯誤的。這個是很重大的要點，因為可以幫助解明何以蜜蜂能辨別各種花朵？

昆蟲能見我們所不能見之物 花的顏色差不多是一種旗號，懸以號召那些蜜蜂和其他昆蟲，好像說：『快來快來，此處有你們所嗜的物品。』於是蜜蜂因此有蜜，而花則藉以茂盛。我們眼睛也就享受美觀花朵的愉樂，其實我們須知，這些美麗的花朵，是蜜蜂和別些蟲類的眼睛所能看見，並且能辨別的。若是沒有昆蟲，恐怕就沒有美麗的花朵；那些植物也就沒有懸旗號的必要了。

距今三十年左右，亞柏立又嘗證明，有幾種的光，例如蟻類所能見，而我們的眼力所不能看見的——那就是說，那些光在紫色光之外的，即所謂超紫線或紫外光線 "Ultra-violet" light。

我們最近又知道人類的眼，關於這種觀察也是有些差別。恰如年老的人不能聽見高度的聲音，而年輕的人則能聽見，所以我們就見許多少年的人，稍能像那些蟻類的，能看到紫外光線的東西，而其餘的人，實所不能。

末了亞柏立爵士又證明蟻類，雖彼此分別一年以上，他們還能互相認識。物體的價值和智能，並不因其形體的大小而增減的，所以若由物體的大小，以判斷他們的價值，和他們的智能，我們應該小心謹慎，又由上述昆蟲一種知覺的簡略紀述，我們也應再考究蟻的情形，以增長我們的智識。

現在我們要講到脊椎動物的視官了。脊椎動物的最低級的就是魚類，而且魚類的眼，我們人人都是已經見過的。昆蟲的視官，是奇異和敏銳的，而脊椎動物的眼睛，更要精緻，更要奇怪。第一層似是由於眼睛構造的變動。所有無脊椎動物的眼睛，完全由於皮膚製成，我們是已經知道，但較高級的眼睛，屬於脊椎動物的，他們的最重要部分，是由腦發達而成，完全非是由皮膚所構造。

譬如我們人類這般的眼睛，前部誠然是由皮膚所製成，但牠恰是能傳光線到網膜的那些部分。網膜是眼的後部，為我們看視的最重要的部分。網膜確為腦的一部分，牠是由腦射出到腦之視神經上的。

何以脊椎動物的眼網膜，或有那麼偉大的權能——較那低級的眼高得多——那個真正原因，就是因為網膜確為腦的一部分。因為視覺是非常重要的，故此可以說，腦不能放棄收光線的職責，任由皮膚製成之物處理，而決遣自身之一部分，纔能盡力而為，纔能收到最好的效果。

所有各種脊椎動物的視官，大致都很相同，所以我們無須分別研究的。倘若我們以為魚類，只能在水中看視，那非別種視官之所能及的，惟依我們想像，必以為魚的眼睛，一定比鳥類或哺乳動物類的眼睛，要卑劣得多，但其實魚類眼睛，雖然更較簡單，大致仍和我們人類的視官相同，並無巨大的差異。

鳥類的眼，雖然人人都知，比較別種動物的視官更爲有力些，但可以無需分別研究。所謂有力，就是銳敏，故此若有人眼力銳敏，我們就說他是有副鷹的眼睛。這種的銳敏，以鷹和其他之捕食鳥爲最，但別種的鳥也有很銳敏的視官。他們若非俱有銳敏的視官，他們決不能搜捕昆蟲以爲食料了。讚美鳥類的眼，和視力的銳敏，與研究鳥類的眼睛，那是有分別的，我們切勿誤會，這種誤會，也是常見於那些學過這門科學的人，他們雖然學習過，但差不多個個講論眼睛，使當作與純粹的視覺銳敏，併爲一事。

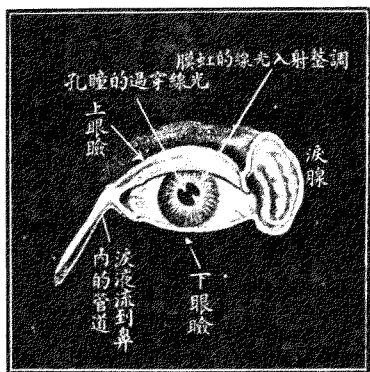
這誤解是易於看見的，譬如我們講論一個水手，他確有很銳的眼，能深望入霧中，但他對於最有價值的畫圖，或最可愛的風景，也許絕未加以再次的警視。反之，譬如有個大美術家，年紀很老，他的眼睛差不多要盲了，雖然他的視覺是這麼矇矓，但卻能在薄暮中，或畫圖中，察見那些具有純粹視力銳敏的人，或是具有純粹視力銳敏的鷹所不能見之物。這個是很有價值來記憶的，因爲這個是合於講視覺，也合於其他各種感覺。感覺銳敏固然很好，並且很是有價值，但一則要有銳敏的耳目，二則所有的耳目縱全不銳敏，卻能看得見，和能知道寶貴那些真正的美和愛。若我們記得這些，則我們以後的見解，就可與那些人說虎，蜻蜓，哺食鳥，或某較劣人種的眼，比我們的更精良之主張，有分別了；他們的見解，只以爲眼能看得遠，或看視更準，即當爲視力的銳敏，並不以爲鑒察準確才是銳敏的。

我們可以說，他們的見解是不合的，因爲我們知道，銳敏不是知覺的最高性，並且我們觀察正確的最好憑證，可以由事實考見，譬如我們用腦辨別事物，我們知道其視域是最大，並且經最高度的發達，這不在蟲鳥，也不在那

些僅有銳敏眼目的人，而在那些知道審察，知道愛美，愛幽雅的人類的腦中。

洗刷眼球和保持眼球潤澤的眼瞼 我們現在預備來觀察我們自身的視官和牠的構造。我們先應當講眼瞼，因為眼瞼爲着眼而生，而眼睛若沒有眼瞼也不能存在。我們若是說，眼瞼生來僅用於不願意看視時隔斷光線，那就是很錯誤了。他們雖然也有那種用處，但若無眼瞼，或是代以人造的遮蔽物，我們立即知道，隔斷光線不是眼瞼功用的全體，而另有別的功用，那個功用是對於眼的最大任務。

我們時常把眼瞬動——瞬動是極迅速，並且無需假以思索的——當眼瞼動時，上眼瞼即用淚腺所分泌的淚液，將眼球前面洗刷。



這是一隻左眼，由此可見分泌眼淚的淚腺和眼淚洗過眼球，流入鼻內的管道，哭的時候，眼淚不能都通過管道，所以就溢出來了。

淚腺位於上眼瞼和眼球相接之處稍近外側。淚液自淚腺流出，將眼球前面洗刷潤澤之後，即經由下眼瞼內眥的小孔，名淚點的，流入鼻管，閱上面眼的插圖便知。

悲哀或痛苦時爲甚麼要哭泣 爲什麼痛苦就要哭泣呢？從前以爲腦內和淚腺相連的部分，和不快樂時，即受障礙的部分很相接的緣故。有人說，若腦組織略變動其原有的裝置，則我們爲悲哀而流出許多淚液，也許可代以許多的唾液的。這個最不合詩料的議論，是由一個詩人所主張。研究本

題的學者，也有幾個相信於他。但作者所相信的真道理，比那個詩人所擬議的，更合詩意。爲甚麼我們表示痛苦，由眼睛要比由其他官能更爲優勝？這是我們可以相信的真理由，是因爲我們人類，生存於世，需要相助，相愛和相愛。別人有不愉快，所以要我們知道的緣故，就是要引起我們的同情，起而相助的意思，這是無可思疑的。

倘若有個幼小的兒童，他不樂意的時候，僅由口中流出唾液，那麼我們就不知道他是感有悲哀或是受有痛苦，所以就不知道去援助他，但我們若見他眼中流淚，那麼我們即感生同情，起而援助他了。

我們的哭，並不是腦部偶然的行爲，而是腦中有如此的組織，因而啼哭，是表痛苦最有用和最適宜的方法。

面部和眼睛怎樣表示我們的感觸 因腦較高部分的進化，我們纔知自制，而哭泣也比幼穉時減少得多；但我們的感觸，仍需表示使別人能够看見，因爲面部是表示我們感觸，並且我們若將面的各部分表顯我們所感觸的方式，通體研究過，則知哭泣也合於這類的表情，而口中流出唾液，則屬無效的。所以悲哀和愁悶，用流淚來表示，比那生出唾液，或其他方法更爲適用。

眼瞼附有毫毛，用以幫助防護眼球，免被塵沙之侵入。除了睫毛能保護眼睛外，眉毛也算其中之一，因爲牠可以抵禦由額向眼流入的汗液；又圍繞眼球，構造非常完備的頭骨，所謂眼眶的，也是眼的奇異保護物。

眼的各部

我們試將眼睛檢驗，第一件我們所知道的，是牠前部作透明的。在這前面圓而透明的部分，叫做「角膜」。

Cornea，這個字的意義，就是明角所造成之物。若是我們仔細將牠考察，便知角膜是稍向外方凸出。那凸的形狀，並不完全與眼球一般的穹窿相似。這角膜的形狀，因為牠關於光線射入的效果，是很重要的。牠的作用，恰似樹葉的視覺細胞的弧形面。

角膜的第一和最大的功用，是要完全透明。所以角膜內絕無粗的或細的血管，也不能容有赤血球或白血球來阻礙光路。但角膜是生活的，且需營養的，營養角膜的物質，就由環繞其旁之纖微血管通引過去。角膜附有許多神經，差不多所有這些神經，都奔集牠的前面，這是要使角膜更爲靈敏。

角膜上附有許多神經，使牠更爲靈敏，是很需要的，所以若有最微細的沙屑，或其他物體，能傷害角膜的，角膜即感覺，而用眼瞼和淚液，把沙屑等物洗去。惟是工人往往有誤把火星飛入眼中，這是個很大的危險，因為那角膜所受的傷，縱使痊愈，而受傷的地方，則永遠不能透明。並且角膜，若遇有這樣情形，那些血管即由旁邊生長出去。那些血管必定這樣的，因為傷處痊愈之後，即需營養物和其他物質供養受傷的地方；但是因血管橫梗其間，就把光路阻塞，而視察不易明瞭了。

沒有多時以前，剛有第一次試驗的成功，將一個已變不透明的角膜除去，而易以康健的透明角膜。這個很可以使我們明白，眼的這部分，是怎樣重要，和怎樣奇異了。我們所見的光，都要由角膜透過而達眼的後面，然而牠是生活的物體，必需生物所有的需要和靈敏，那是和一片的變形鏡片，很不相同的。雖然，角膜也需眼瞼，睫毛，和環眼的眶骨，盡力來保護的。

角膜的四周完全移行於眼球的白色堅厚的衣內；角膜實是眼球堅強外衣的特殊部分，因為牠生成能透光，並且生成略向前方隆凸，有幫助收聚光亮的功效。

眼球的白色外衣是異常的堅強，能受強度之壓力。我們試將手指在眼球上按摸，便覺牠是異常堅固；並且眼球因得外衣的擁護，而能受這種壓力，那是很有關係於良好視力的。

我們試看別人的眼，即見角膜內有某種東西。我們見有一個圓而有色的環形物，中間有個大小不定的黑色圓孔。那有色的部分叫做『虹膜』，是由個環形肌肉所製成，而中間的黑色圓孔，叫做『瞳孔』。這瞳孔所以像黑色，是因牠直通暗室——或眼的內部——之故，恰似攝影器裏面的暗箱一樣。若將眼球縱斷來檢查，則見角膜和虹膜前面之間，有一個大的空腔。此空腔內滿貯似水的流質，謂之『前房水』，外面的亮光，即由此流質透過而達瞳孔。

瞳孔在暗光中得見光亮。虹膜的功用，是調節瞳孔的大小。光度若是愈弱，虹膜即將瞳孔放得愈大；反之，光度愈強，則將眸子收得愈小。所以人若由暗處走到光明的地方，或在烈光之下，睜開眼睛，別人即可看見他的瞳孔收縮較小。我們又能知道，若先對着遠處看，驟然望近的地方，那眸子也是要縮小的。為甚麼近望的時候，矯正視力的明瞭，要縮小瞳孔的形體，這是個頗難解釋的特殊理由。這個原因，是由於在眸子後面形狀的關係，我們不久便可知道了。

眼的各種顏色，都是因為虹膜。眼顏色全不關係製成虹膜的肌纖維；虹膜內的肌纖維和其他的肌纖維是

一樣的，而和各人所有的也是一樣。但是在虹膜前後兩方，有一層細胞，其中有一定量的色素或沒有的。這有無色素的區別，就由於人種的關係，從審美的方面而看察這是有興趣的，因為各人各有不同的虹膜，而成種種式樣的美麗眼睛。而虹膜的顏色，近來已變為最有趣味的問題，因為我們正在開始研究眼的顏色，怎樣遺傳的規則。這是遍世界各科學家，所欲精密研究之一問題，故此我們也決意來詳細考究考究。

藍眼的人和褐色眼的人 有些人的眼睛，虹膜前面的細胞，似覺有褐色的色素，而其他則否。那麼，就覺有兩大類的眼睛——眼的前面，有褐色色素的，那些眼睛就呈多少褐色，沒有褐色色素的，那些眼睛就呈多少藍色。除此之外，自然尚有許多種因為人人都知藍褐兩色的深淺也有多種，並且另有多種的眼不能稱牠是那一種。但我們更有應知道的，父母同具有純粹藍色的眼，決不生褐色眼的兒女；又若父母有一個是褐色眼睛，那麼無論如何，他們的兒女必大多數有褐色的眼目，那是可以斷定的。

以美洲現在而論，普通計算，藍色眼睛快要逐漸減少，而褐色眼睛却逐漸增多。為什麼有這樣現象，和將來有甚麼結果，那是個深有趣味的問題。我們試將合衆國國內千千萬萬人的虹膜，細心考究，尤要的，將人家兒女的眼睛，與他們父母的相比較，則可知這些情形不但大有關係於所謂遺傳，並且使我們知道這是真的現象，而藍色眼的人，在羣衆中確然要絕跡，褐色眼的人當留存世上。

具有藍眼的是要逐漸絕跡於世界 我們以為具有藍眼人，雖然似覺漸不能維持他們城市生活和現代生存的狀況，但他們依然有許多有價值的品性，而且他們慢性的喪亡，將有絕跡之勢，我們應該澈底的研究，並且尋

些方法，把牠遏止纒好。

倘若我們望入虹膜的裏面，即見一個精美的透明物體，叫做『眼的晶體』，那是一個純潔的透鏡，恰似尋常放大鏡所用的透鏡一般，兩面凸起的情狀，也是相同的。晶體和角膜一樣，能助射入眼內的光線屈折，並且是完全透明。這晶體與人造的透鏡雖同叫做『透鏡』(lens)，但牠不似任何種的人造透鏡，牠的功用比人造透鏡大得多；因其有彈性，所以能依我們的意志變動牠的形狀。

晶體怎麼藏在晶體囊內 晶體位於一個小囊的內面，囊的周緣連結有無數的微細纖維，小囊能受眼內肌肉薄膜之牽引。晶體囊周圍被薄膜牽動時，晶體的形體，就變扁平些。若肌肉停止動作和停止牽引時，晶體本有彈性，能自由凸起，回復牠的原狀。

因為晶體有這種能力，所以我們看近距離和遠距離都能清晰。尋常攝影器所用的暗箱，是人人知道的，若要所收的物像清明映在乾片上，則需將光線聚集到一個適當的程度，又若試演影燈，若要畫片映在幕布上異常清晰，我們知道，必需把光集得很準。由這些情形和其他用透鏡的情形——例如顯微鏡 microscope 和望遠鏡 telescope——也要用同樣的方法來聚集光線，那時候還要把透鏡，或數個透鏡——因為顯微鏡和望遠鏡可以有幾個透鏡——和物像所需射落地方的距離變動，纔能顯出清晰的物像。

我們的眼怎樣變動晶體的形狀而集光 要集準光線，便推動透光鏡，這是人類用於各種人造光學器的，而魚類則用於他們的眼睛，這種發現很有趣的，魚目的晶體前後俱有空間，故魚可以任意將晶體推近眼後的網

膜，或者使和網膜相距遠些。但所有一切較高級的視官，例如我們人類的，這種的方法是用的。若想所視的物體，距離適度，即將晶體推向前後的組織，我們人類的視官內是沒有的。晶體和網膜的距離是固定的。較高級視官要看視正確的方法，不是變更晶體的位置，而是變動晶體原有的形狀。這就是晶體所以要有完全彈性的緣故，使晶體受體囊牽引變為較扁平之後，牠依然可以彈回牠原有的形狀。

因為這個緣故，眼球全部的形狀，是很重要的。眼球的前後距也有長的，那麼晶體和網膜便相距較遠，眼球的前後距也有短的，那麼水晶體和網膜相距更近。若晶體有上述的情形，那時候必有一隻或一對眼不能適用。所以眼球形狀的差異，角膜弧形的差異，以及晶體形狀的差異，其結果，我們見許多人的眼，不能盡適合於各種的用途。

近視關於眼的健康 最先我們要明白的，短視全不是關於眼健康的問題，這是再沒有那麼緊要的。眼和身體上其他部分一樣，也有健康或疾病，但現在所討論的，不過是眼的形狀，或者眼的某部分的問題。光線受透明體，或透鏡所屈折，是叫作折光，所以我們常說「折光異常」，這就是形容眼的近視 Short-sighted，或遠視 long-sighted，和其他的缺憾。

這個是無關於眼的健康，或身體其他各部分的健康，惟是若不加以注意，則身體其餘各部，也可以受其連累，我們不久便知了。我們試暫時將眼目當作一種光學的器具來考察，並且只認實這個光學器具的形狀，這個光學器與那些任何光學器相同，也和透入的光相感應的。

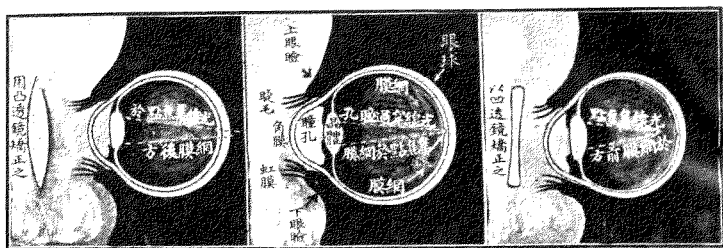
角膜隆凸的形狀，不盡有規則，那是很常見的；牠有時在一個方向多少凸起些，譬如左右橫徑或許比上下縱徑隆凸一些。這個意思是，若我們對着個十字架看的時候，必覺有一枝比那一枝不能看得清楚些。這種角膜形狀的缺憾，非常輕微，差不多是不值叨叨絮絮的；但有時要配戴眼鏡某方要較高凸，某方要較平坦，那就有價值了——例如角膜縱的凸度低平，鏡片的縱方就要較凸；角膜橫的凸度較高，鏡片的橫徑間就要較平坦，然後纔得將那缺憾矯正。然這些特殊的折光差，並不像我們現在所需研究的那麼重要。

爲甚麼有些人變成近視 近視的原因，是由於眼球的前後距太長，即是說牠的厚徑太大的緣故。這種的折光差，是因爲光線未達網膜，即集成焦點，待其射到網膜，則所集的物像，已模糊不清。也有時近視是因角膜太凸突，所以光由角膜折入晶體的力量太強，而光線集成焦點太早。

近視是個很普通的缺憾，而且也是很便當的。我們若患近視則看近處的物體，非常清晰，但遠距離的則覺模糊難辨。爲什麼物體靠近便看得清楚，而爲什麼我們因此就將所看的書放近眼睛，這些緣故是因物體靠近，則物體所發的光，眼睛易於收取。

倘若光到眼時，光線就散開，則焦點集成不容易太早；但若物體距離甚遠，則所射入的光不散開或是說不偏向，只是平行而進，那麼就不易收聚於眼的適宜地方，那就是因眼前後徑太大的緣故。

競技時近視眼的不方便 近眼人的不方便，是辨認人物，而競技時也是不便利的。任何距離，都要戴了眼鏡才能看視清楚，那是不便利的事情，但在別方面說，若那近視的人，他不戴眼鏡，也不受甚麼傷害，而且他這種的



中間是一個完好眼睛的剖示圖，光線的聚集點恰集於網膜之上。左圖所示的，因角膜過於扁平，光線點集於網膜之後，視覺便成模糊。在右圖的角膜却又太凸了。

眼最是合宜於近處的工作，例如讀書，寫字，紡織，和照料機器等等，而這類的工作，在今日確然十有九是有文化的人民所擔負的。有些人很幼稚的時候，便是近視，又有些人原先是遠視的——有大多數兒童都是如此——待到三十歲左右，他們的眼，便逐漸變為近視，日甚一日。許多研究這問題的人，都很相信所以至此的原因，不過所不幸的，他們所主張的未能一致罷了。有些人並未真正澈底研究過，便以為近視是一種眼的疾病，並謂是由於用目過度，或者幼年時，處於不良的情況等等。別的人又以為這是一種勢所必經的自然變化；又有些人以為這種近視程度的逐漸增加，是由於常在短距離使用目的緣故。

那真正的緣故，是在後述兩理由之間，各有一部分真理。眼睛和身體其他部分一樣，在一生中必經過自然變化的，並且到了一定年齡，便逐漸變為較遠視，完全與原來不同，不過為甚麼在年輕的時候，不早起近視，那就沒有甚麼理由可以說得出。

常用眼看短距離為什麼要變成近視 在他方面，我們能够證明的，就是若用眼力於短距離的時候，那眼內的若干肌肉，即將眼球厚徑增加，所以

愈成近視。

仔細推究這個緣故，是很少人明白牠的實在情形，就是許多醫生，也未曾確切研究出來。常見二十至二十五歲間的青年，每每逐年增加他們近視的程度；從前遊戲的時候，無需眼鏡的，到了那時，或者就要了，並且鏡片的程度也是逐年增高；或者做父母的，知道他們兒女，因為近視要用眼鏡，便每兩年替他們換過一副較強度的鏡片。若有人以為所有這些情形，都是一種眼病，或者他們自相問短視的程度，要到一個什麼時候才是止境，這必被人驚駭詫異的。所以人人都要知道近視畢竟不是一種病，所有逐漸的變化，是出於自然；其進行只有到某個限度。

非特如此，我們更可當作近視，在我們一生之中是一種適合於我們的需要——換句話說，在大多數人的情形，有用眼力於短距離之必要。因為這般的短距離，能具有近視眼的人，最為相宜；近視眼可以支持很長久的時間而不疲倦。

近視的人到了老年可以變為遠視。近視的人，到了四十五歲或四十五歲以後，他們多年保持原狀的眼，便開始逐漸變為遠視，或者逐漸減低他近視的程度。但在我們研究這些之先，我們須回講到兒童時的情狀。

凡年齡很幼的兒童，實際上都是遠視的。其中有些兒童，逐漸長大，依然能維持他們眼的遠視，以至他們求學讀書寫字的時候，也仍是遠視。這個更不是有甚麼疾病，或不健康，而是別的情形，那情形不過是因為他們眼的厚徑過短，和角膜太扁平，所以射入的光線，不能進適當地位的焦點，而達網膜的時候，比本來所需的時間過

早。這種眼的網膜，和水晶體相距是太近。

然而在從前的時候，這些是無關緊要的，因為那時候的人，度他們的自然生活，較近代的人為多；或者我們可以說，他們度動物的生活，多過於現時的人，不過那是一個很艱深的問題，非一二句話所能說明的。但無論怎樣，他們所度的生活，多在露天的地方。除了讀書時在數寸距離外，他們要讀講論遠處的雲，遠處的山等類的書籍，他們要望在遠處的動物，或者與他們相距很遠的敵人，而眼用於近距離的時候，只是偶然罷了。

各種的眼造物配成各種的功用 眼若需用於遠距離時，當然要將遠視的眼，略為敘述。那是恰與我們最多數的人，所處現世生活的短視眼相違反的。

我們總有日要教育兒童的，在我們決定怎樣教養之先，我們可以先自審問，造物怎麼生成他們的呢？譬如遠視的少年，應是相宜於遠距的看視，而我們使之對書桌，不使之望遠的事業，這就是配置不適宜，因此在遣使遠視少年近對書桌之先，我們要一再思維，那一樣較為相宜，此外別的，也是應該如此的。然而我們普通的觀念，都可以為有少年都是一樣，並且要同等的待遇，故此遠視的少年，也和其他的少年一般看待。但我們這般處置，在我們以為必無害於他們的進步了。其實我們是害了那些少年的，怎樣害他們，那也是很易明白。

我們曾經講過，遠視眼是因眼球的前徑太短，光線不能依期聚集。那麼這種的眼，若是用於短距離，則眼球必定益加伸張，因為眼內的肌肉，是常在準備變換水晶體的形狀，以便眼睛可將射入的光聚集適合，遠視的眼睛，實在是時常要運用眼內肌肉的。這個就是說，遠視的眼睛，該應是易於疲倦，而全不合於近視者情形之使用眼。

睛，致有頭痛目眩之痛苦，各遠視的人也是知道的。

使少年誤用眼睛的愚蒙 我們對於少年之無意識，和不謹慎，以及自命教育少年的愚方法，這些就是我們對於少年施以最嚴重的虐待，而且各處許多少年，被迫使用遠視眼目，於他們不合的境界，這種的傷害有時竟永無恢復的希望。

合衆國許多兒童讀書寫字的時候，都要努張其眼睛，我們這種待遇少年，非但無益，並且是有害，他們需戴一副凸面圓形的眼鏡，那就可以輔助他們，聚集光線較速，那麼這些光線射到遠視眼的網膜，便可更銳利清晰了。我們要記清楚的，近視眼就要配遠光的鏡片，遠視眼就要配近光的鏡片，纔能調節他們的眼力。

這個問題是新近發現纔知有如此重要的，而我們現在逐漸知道，在教育少年之先，必要使他合於教育爲度，我們希望可以希望不數年內，再無遠視少年，受缺乏僅值數元的眼鏡，而致傷其目力之痛苦。若是配有合式的眼鏡，痛苦驟然撤除，其痛快必不可思議的。

到了我們完全明白凹面透鏡，是用於近視眼的鏡片上，而凸面透鏡，是用於遠視眼的鏡片上，那麼我們便可自己考量了。

年紀漸老，他們的眼睛漸變爲更遠視；這種變化，常見於四十五歲後之年齡。若是某人，他原是近視的，他到了那年紀，他的近視便變較輕。所以在現代尋常狀況之下，我們若以一生的期程計算，短視的人，反比遠視的人好，雖然在初不覺，但到老來便可知道了。

晶體失却彈性而眼變爲遠的原因 老年人的遠視，大都由於晶體的變化。晶體外衣失去壓力之後，晶體的最重要的彈性也使消失，那時眼球即不能如常的凸起，而變爲較扁平，這是常見的。在最高年齡人，眼的晶體，完全失却彈性，直至不能變動晶體形狀的程度。

眼睛開始表示這種變化的最普通情形，是年老的人，覺得很難在暗光之下誦讀。若有這種的覺感，最好還是立即配戴眼鏡，比徒然與牠抵抗好得多，這樣抵抗，實是無益，並且在他方面說，可以釀成禍害，和我們所謂教育遠視少年，而不替他配置眼鏡一樣。又恰似我們嘗見過的，那些人以爲要戴眼鏡，便是『弱的表示』，或者說是『眼有病的表示』，故向來抵抗，其實這個害處，也和上述一樣。

和弱抵抗那是好的，並且不和弱抵抗的人，是沒有大希望的人，但是我們要明白，戴眼鏡來誇耀於人，和配置眼鏡太不經心，那才是弱點。在一切人類所受的害，很少比剛纔簡單研究過，那些關於折光差的那麼容易，那麼顯淺的了。

爲甚麼古之賢哲多變爲盲目 古時或更古之時，人眼裏的晶體，時有失明的情形，這不幸的許多最普通式樣，常見於古的時代，但見諸年少的人，也有限定的式樣，相傳這式樣，是由父母遺傳於子女的。水晶體不透明，即謂之『白內障』，白內障的結果，即成盲瞎。在那個時代，和離現在沒有許久的時代，都沒有良好的方劑，可以把這種可怕的病症療治。

我們知道，許多古時的賢哲，到了老年的時候，都變成盲目的人，而許多所以致盲的原因，都是由於眼珠生障，

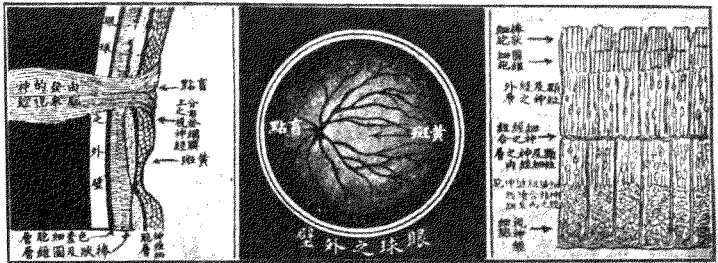
或是說晶體生翳。到了今日，科學把這些痛苦戰勝了。這是要感謝那些研究眼部構造的人們，和感謝巴斯篤 Pasteur 力斯忒 爵士 Lord Lister 兩位，他們兩人教我們把傷處的微菌除去，俾得容易醫治，也可減少些痛苦，到了現在，簡直可以把眼輕輕割開，然後再割開晶體的外衣，再後將晶體由割口處輕輕擠出——這擠出的晶體，落到外科醫生手中，看來和尋常玻璃的透鏡很是相似。

若是兩眼同有生翳的病，而只施手術於一眼，那是因為地球上各處，所施治療的方針式樣不同，但其實兩隻眼睛，都可施用此種方法的。施用此種手術，那是很容易的事，並且被療治的，也不覺什麼痛苦。療治之後，光的障礙立即除去，而且光也能一直透射到網膜，不過不能聚集光線，所欲視的物體，不能看視清晰罷了。

科學怎麼能給盲者以視力 使失明的人能夠看視的方劑，就是給牠以強度的凸透鏡，以代其已失的晶體。施於老年人的手術，很少有這麼單簡容易，和這麼準確，倘若只憑智識的試驗，來研究怎麼可給盲者以視力，如各文明地方日試多次的方法，則不若研究眼睛較有價值。

眼內的光

眼的晶體，我們完全知道了，那麼我們現在就要接續講光透過晶體之後，和所再遇着的事物。依一三一頁的圖所示，可以無論眼球是厚的，或是薄的，光透過晶體之後，眼球還有很大部分，使光透過。眼球內這部分，完全貯滿一種膠黏質，由多層薄層造成。牠的名就叫「玻璃體」，而貯在眼的前部分，角膜和虹膜間的物質很像水狀。



左圖是眼球的剖示圖，表示盲點和視神經中間的一部分。中間的內部和盲點發射出來的神經細胞右圖是網膜的放大圖，表明梯狀錐細胞，以及其他薄層的

在玻璃體的後面就是網膜，乃是一個有知覺的攝影乾片，在這網膜上，考見有極重要的神經細胞，我們研究這些之先，我們應考察光自外射入時，通過角膜，在角膜後的透明流質——即所謂之前明水——水晶體，和在水晶體後面之黏質——即玻璃體——這四種相異的物體，沿其光程所經過的情形。

第一層，我們應當記着的，眼睛若是毫無疾病，甚為健康，則所有這四種物體，雖不能極端透明，却是非常透明的，並且我們知道，光透過上述四物體之後，四物體即將若干分量的光反射出來，因為我們若望到任何人的眼球上，即見有一細小的物像，由眼的表面反射而出，由此可知，所有這些射到眼的光，是不透入眼底的。更有重要於此種光的輕微損失者，就是我們有時覺着有些暗塊 dark patches，或是有些暗點 spots 在視域之內，我們常說我們「眼前閃爍」。這些閃爍，分為兩種——那些時常俱覺着，而且永在一處不稍移動的，和偶然覺有，過些時即不見的。即生於眼上固定不移的閃花，是由於角膜或由於晶體有缺點的緣故。

這是略有損害於角膜，或者使晶體起多少障礙之故；在未復元之時期

以前，此種閃花，即所謂『癩痕組織』這是無法可以除去的，幸而大家不大覺得。

其他一種眼前閃花，則時有時無，並無一定。我們知道，這差不多是個慣例，惟在人不舒服的時候，纔有這種閃花的發現。那些人若是夜間睡臥太遲，翌晨即見有些閃花；最緊要的，若是飲食過度，也會發生這種閃花。若能睡臥依時，和留心起居飲食，尤要的服些清血的藥劑，則此類閃花即可消滅不見。他們的原因，是很奇怪的。考查所以有這些閃花的原因，或是玻璃體裏邊，有少許的玻璃質，被擠出玻璃體的外面，或者是有些白血球，因其職務的遊行，而竄入光所經過的途徑，恰似人的頭影，誤映入幻燈影片上，而成一個黑影的情形相同。

健強的視官不感覺細微物體的刺戟 健強眼是不大感覺細微物體的刺戟的；眼是有知覺，而非有極端的知覺。惟是身體上，任何部分，例如耳，目，若非健全，或者身體全部變其原有的狀態時，那麼，這些有知覺的地方，即變為知覺過敏，他們稍受刺戟，即生感覺，叫做『薄弱的刺激性』The irritability of weakness，這種的易受刺戟性，不單是薄弱的耳，薄弱的眼，和薄弱的身體是這樣，就是意志薄弱，判斷力薄弱，或是感覺力薄弱，也易受刺激而生感觸。這種刺激若是繼續不輟，其結果是有害的。

眼睛若是健全，則眼中無關重要的輕微障礙，當不易受其刺戟，並且仍能保全不少無傷害的光力。健強的耳，凡中耳內血液循環，肌肉和骨的運動，以及其他輕微障礙，都應不大感覺，所以這些東西所發的音聲，絕無聽取的。

但若因操勞過度，以致疲弱，眼則閃花而看視不明，耳則鳴聲而聽覺不聰，這些情形都是很不好的象徵，因為

在眼方面好像造有噩夢，看見許多不樂見的物體，在耳方面則生怪夢，夢中聽見些可怕的聲音。

爲什麼有時所見所聽的都是虛渺 有時人的身體，愈弄愈壞了，那麼除做夢不計外，他的眼睛即發見幻像，耳朵也像有所聽取，然而實在沒有什麼。這個問題，人人都應知道的，因爲這些不好的象徵，和世上一切的禍害一樣，在發軔之初，防禦却還容易，等到進行已遠，其勢已大，就難以收拾了。我們要記着，耳目兩種官能，在我們人類，都是最進化，最重要，和最常使用的，所以眼和耳，都是我們知覺官能中的最靈巧部分，若稍有不妥的時候，我們需要時常加以注意。若是不加以注意，而生重大的危險，那不是耳目的錯，實是我們自己的失着，這差不多是個慣例。我們稍少留心於常識，而大部分注意於此，則事事不致於有誤了。

現在我們已經見着，光怎樣被阻牠到網膜的道路了，那麼我們就要考察光所經過的各種物質，怎樣將光曲折。依一三一頁的圖所示，光射入眼內的各種情形，我們看了，便知視官和各種人造光學器的透光鏡何等相像。我們若是從正常眼，近視眼，和遠視眼來考察光線的歷程，便可完全明白眼鏡對於光線的曲折，射入，透過角膜，前房水，晶體，和玻璃體四物質，而達網膜有什麼影響了。

光線怎樣在眼內被屈折 我們人人需要記着那個簡單的規例，若光線通過一塊透鏡的時候，光線即向透鏡的較厚部分折屈。這無論在身體生成在眼內的晶體，抑或戴在眼前的玻璃透鏡當然都是同樣確實的。

我們若細閱一三一頁的圖，就很容易明白，那一種透鏡片是合於近視眼用，而那一種則合於遠視的。並且也能明白那一種眼鏡，便合於因生翳而取去晶體的人用的。

要真明白這個問題的方法，和研究其他許多問題的方法一樣，非單讀書本，或看視圖案就能明白的，常常要想些方法來證明。我們或是將那些一切的事實，用口頭解釋給人聽，或是用筆自己紀述出來，無論是口頭解釋，抑或用筆記述，隨時並需繪畫圖案，這才容易明白。

用了這種方法之後，即可知道那部分我們確已明白，而那幾部分尚未明瞭，若是遇事這樣推敲，往往可將不明白的自行研究出來。這種練習一次，勝於誦讀多次。所以這問題的部分，既是已經研究習過了，我們可試取張紙片，和枝鉛筆，將各式的眼，繪畫出來，標明各種相當情形的光程；然後再加各種的鏡片，注釋他們怎樣的現象，到了末後，更給些配以不相當的鏡片，或者偏強於此方的，或是偏強於彼方的，以自比較各種的差異。待到這些都試驗過，那麼我們更可相信上所講述，確非錯誤了。

眼的各物，我們到現今所已研究的，是從眼的睫毛起，直到網膜為止。這是全身體上，最奇異的部分。上述這些，我們以為這是眼的一部分，但若是真正了解，則我們也要想到這是腦的一部分。我們記得眼確是由腦生長出來的，而且若細加考察，則知視官確是一個很複雜的器官，由大部分靈巧的神經纖維，和靈巧的神經細胞所組織而成。

眼的一部分實是腦的一部分。眼睛和身體上其他各部分一樣，有一定量的支持組織，這些組織的職務，是將其餘一切的細胞維繫。起來網膜的支持組織，是由腦內的一種特殊細胞所成，這種特殊細胞，我們在腦內也見牠成支持組織，這種的發現是很有趣味的。

脊椎動物的眼底網膜，是一種由腦髓的生成物。牠的憑證甚多，而這支持組織的發現，就是唯一的憑證。

網膜各部分，通常記載說排列成十層，但那是無需一一分別研究的。有數層的由細胞而成，而其餘的由神經纖維而成。自前方數起的第九層，我們需要細心考究的，因為在這層內的細胞，深有關係於視覺。我們以為這些關係視覺的細胞，是和玻璃體的後面相接，而在網膜之最前，但其實並不是這樣，並且光傳到那些真正視覺細胞之前，透過八層薄層，牠的光度並不稍減的。

我們需要明白，這些薄膜是最薄，而且最靈，惟有很強度的顯微鏡，始能考察明白。故此我們若以為這些薄膜是厚而可以妨礙光線，則不能考知其究竟。他們絕沒有這種情形。

腦的一部分怎樣生長出來而成網膜 腦的内部是個空洞，而被以無數細胞。眼的神經部分即由腦的空洞長出而成，由那結合物形成網膜。視覺細胞，並不在網膜的前方，而靠近在牠的後面。這些的細胞，恰似腦腔內所被的細胞，並且當腦送出牠的細球以製造眼的時候，這些細胞，即黏於那細球之上，我們參看上圖，便知其詳了。

視覺細胞共有兩種，由其形狀而分棒狀細胞，和圓錐細胞。他們結成爲一個齊整的細胞列，所透入的光，即射於其上，若在前方的各折光物，如角膜，前房水，晶體，和玻璃體等，若是完全無缺，那麼光線焦點恰好集在網膜的部分。

眼內棒狀細胞，比圓錐細胞的數目要多一些，惟是確可相信的，圓錐細胞的功用更爲重要，我們不久便可知

道了。

各網膜都有兩個斑點，這兩斑點和網膜其餘部分不同。其一，可以說是大的視神經伸展，而成網膜的地方。在這個斑點上，並無棒狀細胞，也沒有圓錐細胞，所以是盲的，稱這斑點叫『盲點』Blind spot。光線射在這斑點上，是不能見的。

眼內的盲點和看得最明的斑點 旁近這盲點地方，別有一個斑點，叫做『黃斑』Yellow spot。前一點是盲的，而這一點是網膜上看視最明瞭的部分。這黃斑純由圓錐細胞堆積而成，絕無他物攙雜其間。這所以我們說圓錐是比棒狀細胞更重要了。這斑點所以稱之為黃，因為牠有一定量的黃色質，在細胞間的支持組織之內。但為甚麼那個地方有黃色物質，我們至今尚未明瞭。

我們若細心考究那個黃斑，就能知道，凡是這許多組織，都是要輔助使成良好的視力。那在圓錐細胞——這些細胞我們曾見在網膜各處視覺細胞前面的——前面的八層薄層，在這個特殊地點最薄，有些簡直是看不出。而在黃斑這個地方，並無大血管阻止光線的途徑，但只有些極細微的毛細管。

所有我們的良好視力，就是由於這黃斑的關係。無論什麼時候，我們若想看視某物清晰，我們即將眼睛轉動，然後那物體所發的光，即射於黃斑之上。而轉動眼球的是肌肉，這些肌肉的偉大功能，是將兩眼球轉到一個相當的方向，使那要看的物體，所發的光正射在兩眼各自的黃斑上。

奇異的小圓錐細胞可以助視顏色 在最近的時代，對於各種動物眼內的網膜，和尤為要重的黃斑的區域

等有趣的研究，還有不少發明。這些發明，雖然是仍不够使我們分別精細來研究，但也覺得是很可顯明圓錐細胞比棒狀細胞更奇異，以及圓錐的能力比棒狀細胞更大。

在脊椎動物進步的上古史上，圓錐的發現，是比棒狀細胞較遲得多，並且似覺更為重要的，將圓錐聚集於一個地方，完全不攪雜以一二棒狀細胞，以成黃斑，這些情形，惟只見於最高級的脊椎動物，如鳥類和哺乳類。還可以相信的，就是整個網膜，惟只有靠近黃斑的地方，有辨視顏色事件的逐漸增進，而負辨視顏色的責任的，只有這些奇異的圓錐細胞。

倘若所視的兩個體，能顯其二者，就因為這兩物體所發的光，射於網膜的兩個圓錐細胞上這是已經證明了。若兩個物體，都屬非常細小，或者兩個物體相距太遠，和相靠太近，那麼兩物體所發的光只射於一個圓錐上，故此看來像是一個物體。這就是天空中常見的重疊星宿的情形，我們望見俱以為是個單獨的星宿；惟若加以望遠視，則見我們所會以為是單獨的星體，雖然是許多許多的星宿聚在一起。

為什麼眼的圓錐聚集能看得最清晰 當眼目未加補助時，則兩顆星體的光，只射於一個圓錐上，所以我們只當是一顆的星。天文家時常將所謂一顆星體，分解為二，他的緣故，是因為望遠鏡足以將兩顆星的光分開，使能分射於兩個圓錐上，所以天文家能分辨是兩顆。視力精良的人全在圓錐相互間的近距 *Nearness*，那是很顯然的，而且那就是因為圓錐密集的地方，並無什麼棒狀細胞，或其他足以分散他們的物質，所以用圓錐密集那部分的眼來看視，有很大的效益。這當然是已進化的較高級動物，所有的黃斑的功能了。

細心考究這些事實，證明得準確則知網膜內各個圓錐，在視神經內必有個特殊的徑路。而且在腦內視覺中樞內必定至少有一個的特殊細胞——或許有一千之多。我們常用的『黃斑的區域』這句話，就因為黃斑的周圍都是圓錐，並無任何物質，網膜上有一區域，是附有許多圓錐細胞的，但靠近網膜的邊界，則很少見有圓錐細胞，實由棒狀細胞所成。

在暗光中棒狀細胞能助看視 最近證明，棒狀細胞在暗光中有助我們看視的功用，那不是圓錐所能的。因為尋常，目光是非常猛烈，故棒狀細胞遂疲困不能動作，而致失其效能；所以我們在那種光度之下，只能用圓錐細胞來看視。但若棒狀細胞，於烈光下將光遮蔽些須時間，則其情形又是不同。在遮蔽烈光的時候，那些疲乏的棒狀細胞，有時能將視看所需要的化學物質，重新製造過，於是棒狀細胞即回復他們的能力，仍舊能看視。

我們看看下述的情形，便知棒狀細胞怎樣回復他們的能力了。當我們走進一間暗光的室中，或者在無月亮只有星光的晚上，若從烈光的室，走到外邊，我們知道起初必定一無所見，待到後來，纔能慢慢迴復我們的視力。這種緣故，我們以為不過是我們需待虹膜在暗光中開展，然後光線射入眼內。那個原因固是不錯的，但我們現所知的，還不過是小部分罷了。

為什麼由明驟入暗處即不能看見 為什麼驟離烈光，起初一無所見的主要緣由，是因網膜內棒狀細胞，本受光的壓迫，而致疲倦，失却作用，而圓錐原是不能在暗中看視的，所以驟然離開有烈光的地方，棒狀和圓錐，同時失其能力，以致不能看視。但數分鐘之後，棒狀細胞即恢復他們的能力，因為那些血液，不絕的環流網膜供很豐

富的物質，棒狀即利用這些物質，能製成一種視光所需要的特殊物質。所以過了瞬息時間，我們重復能夠看視如常，但顏色還是不能見的。因為棒狀細胞，是不能辨別各種顏色，若只用棒狀看視，則只見一種藍灰色。現在假使我們有星光的晚間，從室中走到外面，又假使我們看見一顆星，不是一顆很燦明的星。我們一直不正對着那顆星看，即見有那麼一顆星，但若正對着星看——這麼看法，還是可能的——那顆星則不見了。在我們再進研究之先，我們試自推想，那是個什麼理由？

牠的理由我們已經完全知道的，就是若我們直對某物體看察時，我們需將眼球轉動，使光正射於黃斑之上。但黃斑以內，並無棒狀細胞，只有圓錐，而圓錐細胞，對於很低的光，不生什麼作用，所以那顆星就不能看見。這就是正對那星而看不見的緣故。

棒狀和圓錐視光各異的方法 在最近兩三年內，關於棒狀與圓錐細胞尚有許多發明。無論那一種光，射在棒狀細胞上，棒狀只看見牠的顏色——若是可以稱為一種顏色的——那是我們已經講述過的了。若我們用三稜鏡，將太陽的光析開，那就有一個非常有趣的結果。日光若是燦爛如常，我們即見一列美觀的顏色。所以我們能見這幾種顏色，全因為網膜內的圓錐使然。但若將日光所呈的各顏色，稱為虹帶或分光帶的，變為很暗，那些圓錐即不能看視清晰，而我們只能用棒狀細胞來看視。在這時候，所有辨色的能力已失，那分光帶的現象就有變化，我們所見的只是一列的暗灰色的光，而在赤色的一端稍短，並且在赤色的一端更明亮的部分，圓錐能辨別牠的顏色。為什麼那時候，所見的分光帶似覺較短呢？實因為各光線變為暗灰色時候，分光帶的赤色

光線，就完全不和棒狀細胞相感應的緣故。

這些發見，可教我們知道，圓錐是何等有價值，和何等重要了。並且發現知道有圓錐，和圓錐聚集而成黃斑，這些在視覺的歷史上，是何等的大進步呀！我們曾經說過，棒狀和圓錐合成網膜的第九層，比這層更深的，就是網膜末層的第十層，這層膜由於滿貯灰褐色物質的細胞所組成。

色素細胞怎樣給棒狀和圓錐以能力。色素細胞，照他們的命名而言，就覺是很重要和很有用。因為我們在光線勢力之下，發見色素似覺走入第九層膜內，以便造成稍暗的鞘，套在各個棒狀和圓錐外面。這是個很重要的，因為能使各個視細胞作用時，不受別個的妨礙。

更重要的，色素細胞內的色素，貯積有許多物質，這些物質，視細胞能自行取用。這些視細胞，棒狀細胞，和圓錐細胞，若非受有他們需要物質的供給，並且若非持續的供給，那麼他們都要失卻能力。

這本書的另一部分，我們曾經讀過，說我們只要在眼球上面，按壓二三秒時，則可把眼弄盲，因為這種做法，是妨礙血液的流動——換句話說，就是妨礙送到網膜的新鮮養料。在視覺細胞內的色素質，被光漂白而若細胞被漂白時，就不能看視，所以我們知道，那新鮮物質的供給，必需持續不可使牠停止。若我們對於網膜前八層的情形，知道更多，則更能明白這八層和後面兩層一樣有趣味和重要。

研究視官的法則也合於研究一切感覺的法則。考究網膜作用的法則，也適合於考究其他感覺的法則，那就是說，我們所有感觸，並非和激動我們的力量成單比例。我們若有不明，我們可以假定牠；這種的假定，若是光

的烈度愈加，則我們的感觸相應而生，再三再四的這麼推究，則其結果可與事實相符合。

但我們人人都知道，若是推究起來，並不如此的。一枝燭光，再加以一枝燭光，我們都知其分別了；加一在十，就難辨別牠的不同；加一在五十，竟沒有人能知牠的分別；加一個音韻在四音韻上，我們都知牠的分別，但加一在四十，就沒有能知牠的差異。換句話說，激動我們知覺的外力愈大，則我們欲查察牠的差異所需加的力量亦愈大。

這個理論，若是不錯，那麼此法則便適用於我們一切的生活，並且是日常所最重要的。這意思就是說，我們的著述，我們的輿論，或我們的感觸等的程度，若是愈高，則增加由此而生的感觸愈難。譬如有個人，他說話時常常是大聲疾呼的，那麼他若要激起我們的注意，則所用以號召於人的必定要更大；但若又有個人，平常說話是用一種低沉溫柔而幽雅的聲音，那麼，他只要稍稍提起他的聲音，我們立即全加以注意了。

光線一去我們就立即停止看視麼 上述這個法則，是合於所有一切的感覺和一切的感觸，以及我們一切的酬對；或者可以合於各種生物，而且這個的發現，就是十九世紀所有各大成績之一。我們所以敘述在這裏的緣故，是因這個法則，極能有利於研究網膜的事件，並且可以使別人明白，我們關於網膜之所證明，是合於各種的生活的。關於網膜作用的時間問題，也是很關重要的。我們是不是直接看那激射我們的光線？光線消滅後，我們是不是立即停止我們的看視？依我們各種知識的觀察，對這兩個問題的答辭，都為「不是的」三個字。

在我們看視之先，光線即作用些須時間。我們猜想，以為在那個時候，光線即受那藏於視覺細胞內為光點

備的特种化學物質所分解，因此分解所生之變化，即刺激視覺神經的纖維遂傳達其消息於腦。

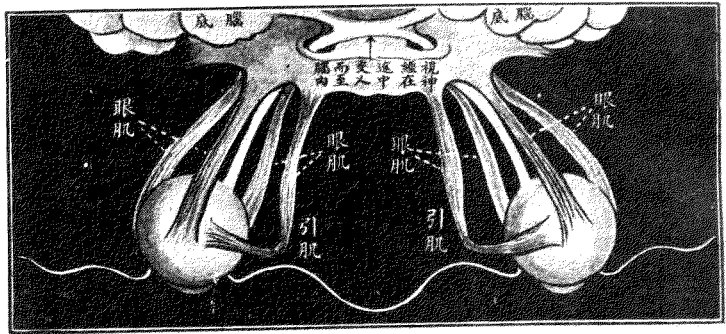
關於由光線刺激到感覺的時間，各人各有不同，也有延長極寬的限度。我們在別的情形，並且不止關於感覺的情形，知道有某種類似的事件，因為我們考見通常神經命令肌肉收縮，和肌肉遵命收縮兩個時間的距離，約為白分之一秒。由此情形，我們推想肌肉細胞內，進行演生化學變化的時間，只需少許的時間。

棒狀細胞視光之前圓錐細胞怎樣看視亮光 最近也經證明，網膜的各部分，關於視光的情形，並非一律的。圓錐細胞，在暗光之中雖沒有那麼靈敏，但無論如何，和光的感應總要比棒狀細胞迅速得多，並且若用細心來實驗，可以證明我們最初看視的時候，惟只利用圓錐，到了末後，則更用棒狀細胞。這是使我們所看視的起有區別，因為當棒狀開始作用的時候，棒狀即遍給一種同等深淺的灰色亮光 Uniform grey light 於各個物體。惟在遍給灰色光於各物體，這片息之前，我們只用圓錐看視，故此自然可以看見各種的顏色。

那麼，我們知道光雖熄滅，網膜依然看視少許時間，這個後感覺 After-sensation 的時期各各不同。若光線是中等度，則後感覺的長度，約為四十分之一秒，但有時也稍稍較長些。

辨別顏色

眼的職務不止一端，而以顏色的辨視，為最奇異，而普通所稱的『色視覺』Colour vision 的問題，從實際方面觀察，也是很重要的，因為我們在許多的情形，都要辨別各種顏色；而且有時有許許多人的生活，當靠着辨色的準



這圖可以幫助我們明瞭眼睛怎樣由腦中生出來的，由腦發出來的視神經一直要伸展到眼球的孔洞轉動我們眼睛的肌肉，也顯示這圖中

確以生存，而辨色的準確，即由於辨顏色的視覺。

我們知道，光是在「以太」Ether 中的波動。若其進行不受

何等障礙，則在以太中有許多的波動，這波動傳至眼內，即呈光線。

除了若眼不能看視，則宇宙間都在黑暗之中。視官不能獨使成光，

以太也不能獨使成光，必須兩者同時合作，纔能有光。一秒時內，以

太和視官相感應的振動數，我們也可以計算出來的。

我們眼力能見的每秒振動數，約計有四百兆。我們見這些振

動數時，即生赤色的印象。我們眼力所能見的最高振動數，約計有

八百兆，這種振動數感入我們的視官時，我們便見一種紫色的光。

現在我們試拿音樂來講，各音子間就是由一個音階，高於他個

音階的距離，每秒時恰好有兩倍的振動數；所以我們可以說，我們眼

所能見的光數量與一音階相符合，紫色光的振動數，約兩倍於赤色

光的振動數。我們再需記清楚，聲音的高度，有比十一個音階更高

或更低的，而我們的耳力能聽得取相當於十一個音階的聲音，故以

太的振動數有比一個音階更高的或更低的，而我們能看見，相當於

一個音階的光。

我們知道，我們顏色的辨別力，是根據於網膜內的圓錐細胞。由此可以推想，那種只有棒狀細胞的視官，必定不能辨別那些我們所能見的顏色；並且我們由此可知，我們眼內有感覺最靈，而利益最大的所在，祇由圓錐細胞構成。

如上所述一切，若物體的光射於網膜的最外部分，而完全無圓錐的地方，則必不能辨視該物體的顏色。我們的視官，對於顏色表上各部分的感覺，也是各有不同的。譬如我們對於赤色和藍色，兩端間顏色的細微分別，不能像黃色和綠色兩端間分辨得那樣清楚。

顏色的差異，計有幾個緣故。例如因光之烈度而差異，那是人人所共知的。顏色光的烈度，單靠牠對於刺激腦的限度。一種顏色，就比別種顏色尤能和腦相感應的理由，我們不能講出牠的所以然，但知道是這樣的。

其次，顏色因其色澤或濃淡而差異，顏色的色澤或濃淡，是關於成顏色的以太波，每秒時的振動數。

其三，顏色因所謂純淨，而有很大的差異，在最佳的視官，則很敏慧於辨別顏色的這種性質。純淨的顏色，就是一種因振動數一率的光所成的顏色。某顏色若雜以別色，或雜以白光，則此色的純淨，被其毀壞，雖白光有各種顏色，而且那種顏色即由白光而來，但之以攙雜其間，則仍然不能成爲純淨的顏色。

我們全不能看見的億萬種顏色 現在，我們所講的，離眼的問題很遠，顏色的問題是頗簡易，因爲恰和聲音高度的問題相似。一秒鐘十個振動數即成一聲音，十一個即成別一聲音，十二個又成另外一聲音等等；或者可

以有十二個半的振動數所成的聲音，而那個則爲另有別種高度的聲音。和這理相同一秒鐘振動四百兆次的以太波，所成的光，和一秒鐘振動八百兆次的以太波，所成的光，兩者之間，可成無限數的顏色——數百兆的顏色。那是很不錯了，但到我們看視時，那個情形却有些不同。

我們試將白光使透過個三稜鏡，則見一排列的顏色，名爲分光帶，我們若對着分光帶看視，我們所生的印象，非是從一端到那端的顏色規例平均變化的印象，卻是比較的幾種顏色的印象，而我們給以種種名稱。這各種顏色，通常定爲七種，其中數色，我們所得的印象是混雜的，而其他數色，則爲純淨的顏色。例如所謂之紫色，就是雜色的一種，因爲我們若加以考驗，則覺所謂紫色，確是赤藍兩色雜合的結果。所謂橙色也是雜色；依我們所見的確是赤黃兩色的雜色。又普魯士藍並非純粹的藍色，卻是藍綠的混雜色。

不由他色所成的三種純色 和上述各色相反的，另有數色，例如深赤色。這種赤色，若說牠一種的雜色，決不能使我們相信的；牠只是牠自己的赤色。此外又有一種綠色，我們不能說牠是和任何顏色相雜合，又如紺青藍，Ultra-marine blue 也不能說牠是那種顏色所雜成。我們可以說是純色的，恐怕就只有這三種。所以我們稱赤，綠，和藍爲原色，這些的解釋差不多是時常有誤會的。

我們說赤，綠，和藍三者是原色，並不指光的關係，不過說是眼所見的情形如此罷了。光由各種振動率的波浪而成，並且各振動率都同是一樣的。但眼不能把這些各各看個明白；所能直接感到眼中而稱做『看視』的，只有這三種顏色，就是赤色，綠色，和藍色。

凡眼所見的其他各色，都是由赤色，綠色，和藍色三種依不同的比例配合而成，這所以稱赤，綠，藍，為原色的緣故了。將上述三種原色，用各種方式的雜合，我們視官即生能見的各種色印象。若將赤綠兩色的光線用各種比例配合，便得各種猩紅色，橙黃色，黃色，和帶黃綠色種種的結果；若把赤色和藍色光線相雜合，即可得各種紫色；又若將綠和藍兩色光線相攙雜，即可得各種的藍綠色。

我們於三原色之外，可以加以第四色——就是由網膜的棒狀細胞所得的灰褐色。關於這灰褐色可參閱前面一四六頁所述。

不可思議的辨色能力 我們現在當然要知道，眼內一定有種東西能和各種色覺相符合的。這問題很能明白答覆，因為我們能見灰褐色，是由於棒狀細胞的緣故。我們又知道，圓錐細胞是適合於其他三色的感覺；但不幸的，我們除了猜測之外，不能再有所陳述。例如我們未能在網膜內，發見有三種不同的圓錐細胞，我們也未像人們所假定的檢出各個圓錐相異的三個部分，各別應用於上述的三原色。

我們又不能將百年前楊醫士 Dr. Young 所假定由網膜至腦部，有三種不相同的神經的理論來證明。所以我們把網膜，當作這三種色覺辨別顏色的關鍵，或許完全是錯誤的。事實上的關鍵，或許完全不在網膜而在腦視域內的灰白質。事實上人的色盲症 Color-blind 有在一眼中的，那麼又能反證這種假定是不確。

通例色盲是同見於兩眼，但有時又只在一眼內，所以若說眼擔負辨色的責任，當然要比說腦為不錯。色盲差不多是初生的時候，即有的徵象，並且無法可以醫治的。

不能看本書上彩色圖的人 據說每男子一百名中，有四名患某種或他種色盲症的，而女子則百名中只有一名。這也沒有甚麼緣故，男子要比女子多的。色盲是由父母遺傳於其子女，所以遺傳的道理，我們再經幾時，就要明白。

完全色盲的人，那是很稀少的。他們對於太陽光的分光帶，則盡現灰色的陰影，在帶黃綠色的部分，為最光亮，而其他各色之端界則極黑暗不明。一幅著色的圖畫，在他們看來，似是一張攝影片，或者當作一張印刷的畫圖。我們若是相信，那三色的感覺是憑藉網膜內有三種特殊化學物質的存在，那麼，我們就要假定此種情形是由於這三種物質之失亡了。

藍色盲的人，也是很少的，藍色色盲，就是藍色感覺的能力失卻。有所謂綠色色盲，這是通常所見的，而且也是很重要的，這種色盲，我們假定他的關於綠色感覺的物質已經失却；有這般的情形，則鮮綠色便和深紅色相混雜，而寫在在黑地的深綠色字，是完全不能看見的。我們倘若記着各處鐵路上都用赤色來表示危險的顏色，而綠色則為准許通行的意思，那麼，我們便知道，若鐵路上揚旗的人，不能辨別鮮綠色和深赤色的區別，是如何的嚴重了。

為甚麼鐵路上的旗號總是用赤綠白三種顏色 其次，又有赤色色盲也是普通的，這赤色盲有時稱之為道爾頓氏病 Daltonism，因為道爾頓 Dalton 曾害過這種病的。在這裏我們以為那些受光感應，而相當於赤色感覺的化學物質，是缺乏在網膜之內。患赤色盲的人，對於鮮赤色和暗綠色，是容易混亂，而黑地暗赤的字，

完全不能辨認。

若對於那些將近完全色盲的人，無論是赤色盲的，或綠色盲的，設想以爲他們所用的記號的顏色，應該變換，以代赤綠白三種顏色；譬如改用那藍色和黃色。但是依然不能的。所以供這種用途的唯一適宜的顏色，是赤綠白三種顏色。

曾經發見赤色玻璃片，可透過百分之十的光線，而綠色玻璃可透過多些，惟是藍色玻璃，則只能透過百分之四的光線，黃的玻璃則簡直不透，因爲有些光的情形，不能透過黃色的。

所以最重要的，若人要以辨別顏色爲職務的，必需把他們加以試驗，若害色盲的，便應當另覓他項職務，不可叫他們從事辨視顏色的職業了。現今關於水手和鐵路人員的這種試驗雖有許多方法，但是還似乎未能滿足。考驗色盲的良法 考檢色盲的方法，已經發明的足有數十種之多。那通常所用的，最良的方法，便是用著色線來試驗，命那被試驗的人將著色線分別配合。若是一個綠色盲的人，給以一縷淡綠的線，他若自縷中抽出幾條完全不綠的線，當作是綠色，那麼他必是不能合格；或者，若有個人取出一條暗綠的線，當作暗赤，與暗赤線放在一起，那麼他就是他自己證明是個赤盲的人，所以必然被黜。

久視之後怎樣可以休養我們的眼 眼鏡和牠能矯正折光差的重要，我們業經充分的講論過了。在此處我們必需記着幾個要點，這些要點可以幫助我們保全眼力，却和眼鏡的功用完全不相干的。

正常眼內的肌肉，若在休息的時候，則眼中晶體的形狀和其他部分，都是適合於望視於遠距離的物體。眼

在最初和最天然的時候，是合於視遠，而非近距離的視力，那是無可疑的。但我們處於現世生活之下，多用眼力於短的距離，這就是說，時常要勞動眼內的肌肉。所以那些遠視的人，若不加以眼鏡，當然不能用其眼力於短的距離。但除却遠視人不計，那是一個良好的方法，使我們各人能休養眼力，若是我們能放眼遠望，則眼肌肉可以稍事休息，並可減少用眼過勞的危險。

於視覺最良最相宜的光，就是日間光，並非直接的太陽光，乃是由天空反射所彌散的日間光。當我們要用人工光線的時候，那人工光線雖然是很多，但以愈似天空的彌散光的愈好。我們所以說是彌散日光 *Diffused daylight* 的意思，是因為那些光是由天空全體的面積所散布的。我們所謂柔光，是時常由此散布的。發光處的面積愈大，則所得之光愈柔和，無論什麼，都是如此，這就和那累力爵士 Lord Rayleigh 多年前所發明的相同。

照明房屋和襖糊內室的良法 在最新式的建築，所有的光都要將牠隱蔽，而我們則藉牆壁，或天花板上反射的光來看視。這種的配置，因為要多用光力，自然是覺多耗金錢；但是對於保全我們的目力却不少。散布空間的日光，牠的好處就是均勻，所以所用的人工光線，也應該採用較均勻的一種。由這個關係，煤氣燈的光是要比燭光進步得多，而電燈光則更勝其他一切。

近今有幾個法國的學者，曾證明光的各種性質，對於我們的視官各有不同，完全不和光的烈度相關。其安全的方法，是我們製造人工光線時，要牠的成分愈近太陽光線，其成績愈佳。

我們若是智者，應當在室內留些視官可以休養的空間。這個意思就是說，若要用印花的紙裱糊牆壁之先，我們需再次考量；這尤於臥室內有關係，因為無論什麼時候，若有人似覺得有病要寢息臥室之中，在健康的人，所能支持的，而在病人則覺印花的裱壁紙，直是他的惡魔，精神上感受無限痛苦，故此印花紙是不相宜裱糊於臥室的。

日間和夜間誦讀時的安全規則 自然界的偉大的表面都是綠色的。各種顏色多易使眼目疲乏，而鮮嫩樹葉的綠色，以其光澤比較，可算是最不易使眼感覺疲乏的了。這種綠色是最相宜於居住和寢臥等的內室。死白色 Dead white 易使眼疲倦，亟應廢棄的。若是對着光的來處讀書，那是最愚的法子。我們讀書應當背着光的來源，光則由任一個肩膀穿射過來，那麼，眼目則不致損害，若是寫字，當然牠要由肩上射來的。

少年也有這麼關係，那麼我們必需記着，大多數的少年，在幼年的時候，都是遠視，故此用眼於近距離暈眩，要比我們更利害。其實，某個少年若是遠視，那麼我們就應充分的指示他，使在幼年的時候，切勿多用眼力於短距離。這樣的少年，我們切勿強令他們多寫和久讀久寫。大抵少年良好的功課就是遊戲，而最好的遊戲，是露天的球戲，和呼喊等等。

我們要少年讀書時，則我們需記着對於他的眼是有一定的危險。我們便要大大注意於光的裝置，若是那少年是強度的遠視，我們就要替他配副合宜的眼鏡；我們要小心，用大字印刷的書籍；並且無論怎樣，讀書的時間，總要縮短為宜。最好用些字形簡易的印刷品。

讀這真書的時候眼見些甚麼。若我們要看一百印版書的時候，我們則見所辨認的字，就是我們不能看見的唯一地方。我們讀時所見的，不是那些黑色，而是那些白色；至於字並不是我們真正所見的物體，而是塞入我們視力的物體。若是白色所佔的空間要比黑色多，那麼，若將其情形顛倒過來，所印的書是將白字印在黑紙的上面，那就顯然我們的眼力不致有那麼疲倦。若是果然如此，那麼我們的眼，除了有字的地方外，隨處都可以休養了。

但讀書不是專為眼用的，並且許多人以為我們拋擲如許光陰讀書，是忘卻保留我們眼力於別種用途。待到將來，眼的教育不止誦讀，而講到其他的事件，那麼，眼的教育將必包括入兒童教育的範圍內，那個日子，可是有的。這種教育的時期，與其他教育的時期一樣，都在少年的時候，這種眼的教育，和那些曾講論怎麼更合於少年的眼來讀寫，則眼不致損害了。

賽球怎樣能使眼練習合作 第一，我們要教練視官，當作一種器械，與身上其他部分合同動作。球戲就是對於少年是很有價值的。球戲可以教練兩個眼目，如何合力共作，如何看準動作的距離，和動作的準程，並且由這種的操練，可以強固腦內與眼有關的部分，和驅使肌肉那部分連絡，若腦內有了這些強健的中樞，對於後半世的生命是很有價值的，其次，就用繪圖和作模型，來細心教練眼目。我們在少年的時候，我們的手足是很不靈巧的。若能善用其手指，在無數地方，都是異常可貴。將來教育大改革之一，便要增進手和手指的用途。這個真正的解釋，便是說若將指頭練好了，即是把眼練準了，因為指頭許多的不靈巧，就是未受教練的眼的笨拙。繪圖

和作模型，比讀書寫字之足以疲乏眼目，那是差得遠，並且另有個說法，少年們對於繪圖作模型的興緻，都是很樂意的。繪圖作模，非特可以練習眼目，當作一個意志的器械，可以助我們將所想要繪畫的或製造的做了出來，並且練習牠當作我們自然本意的一部分的器械。

偉人可在花前立十分鐘，眼的最高功用，是現代各式制度的教育所最不重視的；那就是用牠當作一個觀察的器械，因為用來考察地面，海上，和天空的實在情形，然後我們才可以推究——換句話說，眼的最高功用，是使牠效力於意志的最高部分，惟其如此，所以要將眼大加訓練。

有一個小故事，是說一位已故的偉大人物，這個故事可以使我們明白，那些受了教育的眼，和未曾受教育的眼的區別。

有一次，加爾斯達爾文 Charles Darwin 的朋友，向達爾文的園丁問達爾文的康健，和後來怎樣的進步。他說：「呀，我可憐的主人是很憂悶的。我有些時，以為他來做什麼了。他在花園內周圍走動，並且看見他空對一朵花，站立一次有十分鐘之久，並無怎樣的動作。若是他有了事做，我可相信他不至如斯的了。」

但達爾文確在視察花的大的真理，這是從前並且沒有視察過的，而更非那個園丁所能見的，縱使他近靠着同是那朵的花，也不能視察出來。這種達氏所常實習的視力，我們也應該來實習實習。

嗅和味

尋常食品的滋味，也是這樣。我們自己可以將上述的情形證明，當猛烈感冒時嗅覺失却之後，所嘗的味是怎樣的區別，就知道了。

我們嗅的時候，並不是用鼻的全體。若用顯微鏡仔細研究，便知用來嗅的是鼻的那一部分了。我們可以說，大抵用來嗅物的是鼻腔的天蓋，和鼻的上部三分之一。

鼻中其餘的部分，俱布有細胞，那些細胞有微細的突起，可以前後波動，以使鼻腔清潔；但是司嗅覺的區域，布有特種嗅細胞與我們在耳內部和在網膜內所見的特種細胞相符。各個嗅細胞，俱由他們自身的末梢神經纖維使之互相連接。我們考見這些末梢神經纖維，確是由嗅細胞所長成，所以這些神經纖維就是已變形的神經細胞。這些神經細胞，與網膜內的圓錐和棒狀細胞不同，也與耳內部的特種細胞不相同，因為網膜的兩種細胞，以及耳內部的特種細胞，都非從神經細胞所變成的。這種分別，可以使我們明白，嗅的感覺是何等久遠了，回溯人身的發達，我們所考見，為各種相當的情況而長成之各種細胞，實有望塵莫及之概。

鼻中兩對神經和其職責 鼻中有從腦發來的兩對神經。這兩對神經的職責，完全不相同的。其中一對，完全不司嗅覺，但只管理鼻管內的尋常感覺。鼻受任何刺激，或觸癢，或傷害，就和這對神經相感應；所以譬如以鹵精放在鼻管之前，因為牠是刺激性的，所以不待嗅入已生感覺，就是這對神經的作用，但這對神經對於非刺激性的香氣完全不感應。

其他一對神經，是主嗅覺的神經；這對神經是腦神經的第一對，因為牠從腦發出在任何神經的前方。這對

神經相傳在老年的時候，似乎很容易損壞，所以有些老人失掉嗅覺，正像他們失了聽覺變爲聾耳一樣。

可以嗅到的氣味，有無窮數之多，那是人人都知的。我們自然要把各種相同的氣味，分別類列，但無論怎樣分法，都很難滿人的願望。有極多種由植物所取出的油，其香氣大概雖是一樣，然而要分辨那些油類，例如松節油和拉文達香油 Lavender 的特別相似的香味，或許也是不容易的。

有類似的各種香味 以大概論，植物和花卉間的香味，依然有一個普通類似；我們若將有香味的油類，細加考驗，便知他們相互的關係，是由於他們化學的構造。此外另有一定族的氣味，例如石炭酸族所屬的；我們可以充分研究，便知一個複合物的化學，和那複合物的氣味，其間有相關連的，不過那是人人都已知道的了。電能刺激嗅覺，也像能戟刺其他感覺一樣，那是有趣味的，因電而生的感覺，其氣味與磷質的氣味頗相似。另有已經證明的，我們若將一系的化學物質來試驗，若那系物質依次相異，則各物質的嗅味亦依次不同。

譬如，有以沼氣爲第一類的長系化學物質。這沼氣並無氣味——對於礦工非常危險。這沼氣系的第二類，即爲一種略有氣味的氣質，第三類的氣味則較重；列在表最後的氣質，則其氣味愈強。又有別的也已證明的，物的香味愈大，則分量必愈重，這差不多是一定不易的。

二十五年前，來木賽威廉 William Ramsay 曾立一關於香氣的學說，他的主張比我們所能述的較爲近於真理。他以爲有刺激性的氣味，其能力是依那物質內分子的大小而增減，但此種情形，惟合於液體和氣體，而不合於固體的。輕氣，養氣，和淡氣都是無氣味的氣體，或者就是因爲他們分子的緣故。

什麼是嗅覺所靠的和什麼是味覺所不靠的。酒精系的化學物質，其第一類是無氣味的，第二類的分子較大，有輕微的氣味，列在最後的幾種酒精的分量更重，他們香味也更大。所有上述的那些，和我們嗅時所起的現象，使我們了解的，差得還很遠。

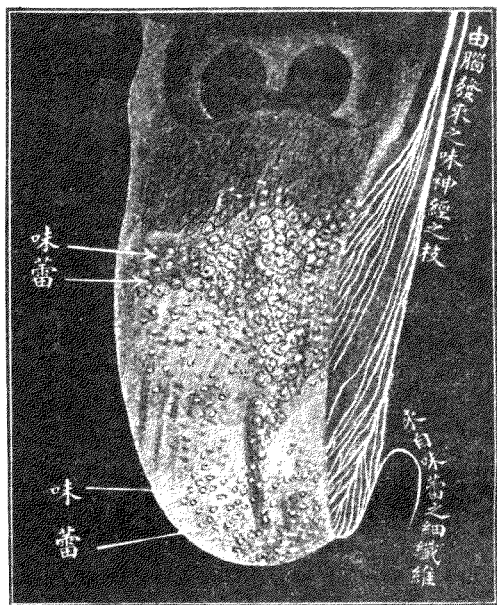
講到噴嚏是很有趣味的，噴嚏雖然能由於鼻中尋常感覺的神經，和視覺神經的刺戟而起，但不能由嗅覺神經而起的。其次，當知多少感覺的情形，因外界的差異而起的，但起初所很覺刺戟的，若不變其情態，則各種感覺不久也不很注意了。這些事情在嗅覺或許比其他各種感覺更甚。我們大家都遇到，凡所嗅的氣味，一覺不愉快，就很快的停止其作用了。味覺大都存在舌上，但是並不專靠舌頭的。講到味覺的特種細胞，也和其他器官內所見的特種細胞相當，也得發見於軟腭的下面以及散布於咽喉的上面兩側扁桃腺的前方。一個人若失了他的舌，並不完全失掉他的味覺。

此外有特種神經纖維，分布到味覺細胞上，那些神經纖維，在舌的背面，沿舌邊的上部最多，以及舌的尖上。味覺在舌面前部的，却不大靈敏。若我們放些金雞納霜在舌面的前部，恐怕並不覺其苦，而要把牠嚥下的，由此我們可知舌尖味覺是沒有那麼靈敏了。

類別食味，比類別香氣容易得多。所有一切食味，都包括於苦，甜，酸，澀，鹹，五味之內。在後的三種，或者不是純粹的味，而是味覺與尋常感覺的雜合物，所以若太酸，太澀，或是太鹹，都覺不適意或痛苦的。惟苦和甜為純粹的味，故若太苦或太甜，雖至不愉快，但永不致如上述三味的感覺痛苦。凡要來嘗試其味的物體，必須把牠溶

解於液體內。我們不能嘗固體，也不能嘗氣體，故除非把那些物體溶解水中，或其他液體之中。

司味覺的神經纖維，直經舌而腭而喉，以達於腦，是很勞苦困難的。最奇的，味覺神經並不像嗅覺、視覺、聽覺各神經，有特設的神經，但只味覺特種神經纖維行向其他和味覺不相關的神經之內，以成一個異常複雜的方法。



圖中的舌，
有一邊是
割了的，這
樣我們便
可看出味
神經怎樣
經過味蕾。
而至於腦
味蕾是集
於舌的後
部和舌尖
的。

味覺神經纖維爲什麼要這樣呢？我們不能明白，但在進化史中，關於味覺的組織，必有很多的更易和很多的變化，這是一種證據。

總之，這兩種化學的知覺，必定俱有更大的功能，絕不止使我們僅能分辨各物之用。大抵嗅覺和味覺指示我們何者有害，何者有益，和何者是應要擯棄。這種功能，當然是嗅覺所主持。而味覺的地位，則更爲重要，因辨味的結果，我們才知可食和不可食。一個健康少年的

味覺，若用的得宜，就是指示他何者應食，和何者不應食的一個最良好指導者。

人都知有許多物品，若兒童或成人，所未曾見過或食過，見了那些物品，必定不能樂意。那麼他們就要先尋他們的味，就是我們所謂『嘗試』Acquired tastes。有些物品，所以能不至有害，就因為味覺能使身體逐漸知道，怎樣的保護其自身。但同時也有無嘗試的必要，並且大多數的成人，若各種味覺，能保持他少年的情形，他們必能更健康和更安全的。

我們知道，我們都有身體和精神。而我們生命的歷史，必有關係於這兩種。但我們現在關於身體的部分，已講到盡頭了，並且那些關於身體的，兼關於精神的幾種普通事實，也已經討論完竣了。我們與其每次將逐種感覺來討論，不若把各種感覺合部討論，所以我們在這研究身體的終了的時候，正合開始研究精神。

身體的主人翁

現在我們在生命史中，講到全體中最有趣和最奇異的東西了。我們已經讀過身體上視覺和知覺等部分的故事了。但我們的身體，只是個奴僕，我們現在所講的，纔是他的主人翁。我們拿起枝筆來寫，我們的手不過遵依主人翁的命令來動作，那個主人翁就是『精神』。甚麼叫做精神？歷史上雖最智慧的人，也不能明白一個最幼稚兒童的精神是甚麼。能够盡知我們所知的，就是精神，但精神所知的，我們未必盡知。我們只知道精神是一個物體，若沒有了這物體，我們便一無所知的了。

關於精神最大的事實，就是實在有這麼一種物體，而不能握持牠的。精神不是身體的一部分。身體的任

何部分，就是神經或腦的最高部分，都是能看見，觸着，或解剖的。身體是個物質所造成的物體，其物質的堅硬和固定，和一塊硬石或一塊土一樣。

那麼，我們若將一塊石取來秤重量，用化學方法來試驗，和用試驗任何物質的方法來試驗，我們可知石的一切情形。但我們知道，我們身體若用了試驗石的方法來試驗，我們必知更有一個笨重的紛亂——因為感覺的情況非石所能有的。

那些物體若目可接手可握的，必定最易使我們相信，而世上許多大的事物都靠看不見和握不到的精神的努力而成就，與世上許多可看可握的絕對不同。我們念書的時候，書頁的視覺就是這種情形。眼和腦並不是視覺，他們是視覺的器官罷了；視覺是另一物。若把眼和腦放在試驗管中以顯微鏡考驗，雖驗視千年之久，我們總不能在眼內或腦內找出視覺或物影，因為我們現在所講的，離開由物質以太和動力所造成的物質世界的區域，而講到精神世界的區域了。若相信那物質，以太和動力所造成的世界是真世界而任何其他感覺與感觸，和思想意志所造成的，不是真世界，其非物質所造成則無意義，而為幻想的事物，那是最愚的了。那是唯物論者的主義 *The doctrine of materialism*，也是許多人初始思想時所經的階級；但他們若再進一步研究，他們遲早就要超過那個境界了。

所以我們必需明白，我們研究感覺的時候，我們所研究比從前所學的，無論是地球，或者本書中別部生命現象，總是更重要，更奇異，更真確的了。所以我們只要把我們身上，和身外一切所知所見的思想，無論那一件，那一

物，能使我們明白，都是要經過我們的感覺，倘若那些感覺不是真的，和他們不是可以相信的，那麼，我們所想所知都無所知，並且決不能有所知了。更甚於此的，我們若沒有感覺，我們必定一無所知了。我們外界的事物，是根於由我們感覺所得的知識的一種證據。這不過是在我們方面的一個證據，而別人覺着我們如此罷了。我們決不能把我們的精神捧了出來，也決不能進入任何人的精神裏面。我們的感覺，使我們知道別人的動作和我們一樣的，故此我們雖決不能感他們的感覺，却可推想別人的感覺和他思想，是和我們一樣的。

我們已經知道感覺是有許多相異的種類。其中有一重要羣，足以告知我們關於身體的情形，而另一羣則告知關於外界的事物。從前早以為我們的精神，我們對物的信仰，我們的感覺，和我們的意志，完全是憑藉於司掌身外的各種感覺，像視覺和聽覺等。但在近世諸大發現之一，說掌理人身的知覺，一大部分關於精神的構造，以及精神的日常生活。

人生幸福大部所靠的無形物體 餓和渴的感覺，心肺和消化器運動的感覺，關節和肌肉的感覺，都歸聚於我們的精神之內。計量我們的幸福，或我們的不愉快，都是靠着由我們的身體傳到我們的精神中的，那些感覺的性質，恰像依憑着身體外的環境一樣。試比較一個富有千萬的人，害消化不良的病，和那雨中彳亍的健康貧兒比較起來，究竟是誰較有幸福？

大抵研究身體的最重要點，在要使我們知道怎樣可以增進人類的幸福，那幸福絕非靠我們所假定的身外的物品，實在是靠我們精神內不可見之物。

由身體來的許多感覺，都有個普通情形，都是渺茫難見，並且不易定解的。這些虛渺難見的感覺，和從眼耳得來的準銳有定的感覺是大相逕庭，他們的分別，就是一個由內的感覺，而一個由外的感覺。現在我們假說一個人人生長世上，可以用不到一些內的或外的感覺。那麼，試問這個人是個那一種的人呢？他所有的，是個那一種的精神呢？他思想什麼呢？他知道甚麼呢？在我們先把這類問題放定，我們立即可知其答辭了。

無知覺又無思想的人 這樣的人，必是沒有精神；他不過單是一個肉身，好似一棵菜一樣，或者更要比菜低些，因為就是菜也有些知覺。這種人必不能有所知覺，也不能有所思想。這就是我們所說，精神是建築於感覺的上面的意思了。感覺不僅是知識的門徑，並且知覺若沒有什麼引進，那精神自己也不能有進化了。

這個大問題，在二百年前，曾被一個千古不朽的英國人陸克約翰 John Locke 解釋出來。在那個時代，對於眼對於耳尚少有所發明；平衡感覺和其他內部的感覺 Internal senses 也很少講述過。但並不妨礙陸克的研究，並且把那個問題永遠立於一個穩固的地位。

他結論說，若未先經感覺的，決不能到精神裏面；他又說，我們知識觀念和信仰的全體，全憑於兩個物體，並且只有這兩個物體。所謂這兩個物體，在第一地位是感覺，而第二地位是反射，感覺就因此告知我們。

這不單是一個無實際解釋的物體。實際較重要於此的信仰，若要說出來，那是不可能的。他們關於我們的生命，和將來的兒童生命的真意義，是使我們得着研究真教育的關鍵。倘若精神是建築於感覺之上，又若我們需要個最有可能性的精神，那麼，我們當然要盡心研究於那些感覺。一個高等的人和一個下等的人間的真

分別，根本上就全在他們的感覺。

兒童的教育應當怎樣着手

這問題，照我們所知不單是個敏慧的問題，並且是一個感覺靈敏的問題，這些感覺的靈敏是辨別感覺和感覺間差異的能力，記憶和辨認那些感覺的能力和將各種感覺集合於精神的能力。所以一切精神的真教育，必需先認定精神是建築於各種感覺之上，並且牠的運用 Operations，也是倚賴於那些知覺。

這個意思就是說，我們對於兒童起始就應當稍留心於教授的事實，和教授的觀念，數學，語言，及類此的事情，那些我們就可對自己說，我們的第一任務是對於兒童的感覺。這些是知識的途徑，而精神即由此而成。所以若有個兒童，既因為不注意於他的咽喉，鼻，和耳，而成半聾狀態了，或者因為缺乏合式適宜的眼鏡而致半盲的時候，還要教他以歷史或地理，那是個愚而殘忍的事。

我們最先的任務，是要使兒童的感覺，自始至終細心視察，務使各知覺有充分的靈敏。若在面前的兒童，已是有健康的感覺了，我們第二個職責，纔是以智識灌輸給他；必需授以鑑別事物的智能；也要他學些重視美術的觀念。

兒童的精神賴以成立的事物，我們必需大注意於兒童審美的觀念，若有醜陋形狀，和怪異顏色的物體，陳列在兒童的面前，我們必須告知他那些物體的醜狀。若我們給兒童以畫圖，無論是淡寫的，或是著色的，但必要單簡和美觀。為什麼我們對兒童要表暴惡色，而不表暴惡味，那也沒有什麼別的理由。對於兒童的聽官，也要

同樣的訓練，兒童必需知道美惡聲調的分別，說話和唱歌都有這兩種聲調的。

各音樂器的韻調，也要教兒童辨認的，鋼琴的音調是否和諧，也要使他們知道。他們應學辨鳥鳴的音調，和其他天籟的聲音。若一個兒童飽受這般的教育——更有很多可以列出來的——但並不是任何書本的知識，有些人必定要說這個兒童是無知識，並且失了教；但是要知道一個兒童，最重要的，若他腦得充分睡眠和新鮮空氣的調攝，到後來必定要超過那些智識培育較少的兒童。這樣的兒童，必定能更幸福，更康健，並且那個兒童，無論是男子或是女子，在成年的時候，開始學習許多書本的功課，必可比其他的兒童學習更敏捷，更通透，更善記憶。因為他的精神的基礎已經安放得正當和穩固的了。

生活於烈日驟雨中的兒童 對於這些的大真理，要算是華滋華斯 Wordsworth 的名詩，解釋得最完備了。他的首句是「她在烈日驟雨中生活了三載」“Three years she grew in sun and shower”，我們在別部書裏可以看見的，他於那首詩之中，把他對於一個女兒教育的觀念寫了出來。她是受了雲和柳樹的教訓，以及風雨動作的教訓：

中夜星光明，彼美欣然喜；

側耳欲傾聽，幾多幽處迴環泌；

流水潺湲聲可聽，險把她臉龐兒刺。

這個大詩豪，在幼年時代，便受他姊姊的伴侶的教育。她非常愛華滋華斯，並將她全生命供獻給他。她自

已有高貴和華美的觀念，以爲華氏的幸福，在她眼光看來，世界上再沒有那麼重要。所以他們倆住在一起非常安然寧貼，他告訴我們說，這就是他從那個女伴得來，他道：

我半生的幸福，自從幼年算起；

我明由她助，我聽由她使；

她卑謙的細心，和敏慧的驚悸；

一顆芳心，是愛情和甘淚，思想和快樂的策源地。

我們講論精神的時候，我們通常的意思是只說那有知覺有思想的部分，這差不多成了慣例。換句話說，我們很容易付想，精神的全部，實由智慧或叡智所造成。

由根本討論的精神作用的新研究 我們以爲精神是我們司知覺的部分，並且很易把我們司感覺和思想和行爲那部分遺漏不講。我們人類的精神，和動物的精神，其間最大差異的，就是精神內司知覺的部分，也就是我們推崇牠，和把牠放在最高深學術中的大原因。

但牠並不是必要等到把精神以外各部分，卽人類行爲大問題的關鍵開始研究明白之後，纔能知道的。在我們的知識史中，這個大進步，在一八五五年，由斯賓塞赫伯特 Herbert Spencer 開始研究，後來有個大科學家宣言，由這個完備的基礎，創立一個研究精神作用的新學術。

在斯賓塞以前的時代，大多數的英國學者，都祇研究叡智。但賓塞氏以爲他們不從根本上研究，是個大大

的錯誤。他宣言若我們研究最高級已成年的精神作用，和更爲重要的，倘我們所知的完全不止由人思想的途徑，並且從人的行爲的途徑，則我們必需真由根本處着手。我們必需研究精神作用所有的形狀；我們必需研究婦女的精神作用和研究男子的一樣，我們必需一併研究兒童的精神作用。不同種的人類有不同的精神；我們必需研究那些未受教育的人和野蠻人之精神作用和研究已受教育的人一樣。就是那些較低級動物的感覺，天性，習慣和行爲，也要盡力來研究。

研究全部和不僅一部的精神作用的要點 我們知道耶教聖經第一篇的名叫作『真涅息斯』Genesis，這就是創始的意思。所以精神的研究，就是想回溯他的初始，使知我們的精神是如何造成和如何長成，那是叫作『精神的元始研究』“Genetic” Study of Mind，凡我們研究心的最新方法，和我們能明白心的情形，都是根於這新方式的考究。

在前半世紀，研究這問題的大結果，遺留於我們的，是屬於精神許多部分的要點，完全不是叡智作用。若是研究精神作用，而不注意於習慣，感覺，和天性，那麼，除了可引起觀念和討論之外，直是一切都未注意，那就不是精神的通體研究，恐怕更不是研究着那最重要的部分。不單是這樣，若將精神其餘部分也忘却了，那就不能研究有成效和明白的。譬如我們若將所有精神的其餘各部分都已忘却，我們便怎麼能夠學到方法，使我們的觀念，我們的信仰，以及我們對於人和物的判斷力是常和我們的感覺相應，或充分由感覺來決定呢？

但現在我們確然不致謬想，以爲精神的司知覺和司推想的部分，就是精神的全部了；並且知道感覺不及思

想那麼重要，那麼我們可以進而研究感覺從什麼成的，和智慧 and 叡智怎樣從精神構成？

怎樣能見的一個物體而仍未見 例如一閃的亮光，或者忽然的响聲於我們，或許能生一定的結果，但不能說是思想；實在是一種「感覺」。現在我們試假說，給我們稍多的時間，和不單是一閃光，卻是從有形狀的物體發出的光線——譬如從一顆樹。假使說這顆樹是在很遠很遠的距離，或者是在半明半暗之中，我們看過去看不大清楚，並且我們不以爲那地方可以見有這麼一顆樹。我們便說在光是看見的，但看不清楚牠是什麼東西。

我們所知類此的情形，有累百盈千之多。有時在一幅畫，或一張影片內，我們不能看出有些什麼在內面。那不是我們失了視覺，我們完全是看視，或感覺的，但未曾把那物體的形狀，影子，和所發的光集合在一起，成完全的形態罷了。

現在這個是精神作用的建築的第二步。由純粹看視的程度，而生感受的程度第一步是感覺 *Sensation*，第二步是感受 *Perception*，而感覺與感受間的分別，實可驚異，因爲雖是純粹的感覺，例如光覺，我們向光或離光時有一定的影響，然若視力永不進行到感受，則智慧決不能成立。

看視物體和感受物體的分別 看視和感受的區別，我們應詳加考究證明的，精神的研究的趣味事情，是常有物質在手頭供研究，這些物質就是我們自身的精神，和別些人的精神。我們當考究純粹看視和感受的分別，我們就知道記憶對於我們是何等的重要。

記憶的方法

我們已經知道視覺和感受的大分別，那麼我們現在必需考究記憶。若沒有記憶，便沒有真正的感受。我們所以要考究記憶，就是因為感受的力量是由記憶所成，且因記憶的重要是那麽可驚，所以較高的事物也能感受。我們若不能記憶，那麼我們就像沒有什麼了。沒有記憶就沒有感受，沒有學識，亦沒有知覺。我們在思想的時候，慣常使用記憶的能力，若沒有記憶就不能有所成就。譬如我們望見路上，很遠來了些甚麼，過了些時，我們就感受是個人。再過些時，因來人的裝束，才能分別他是個男子，而不是女子，但他是個什麼人，我們還不能知道。到了後來，我們就知道是我們所識的一個什麼人。由此可知，這記憶力雖在最簡單的感受中，也可顯其作用，所以我們有應犧牲時間，來研究的價值。

在近世，我們對於討論記憶的大問題，決沒有未將尋常可明的記憶研究，而去考察我們的記憶，那樣謬妄的錯誤了；並且我們第一個的大發現，在一定程度之下，知記憶是各種生物的特性。從前相傳，記憶是各種神經，和各種神經細胞的所有物，那是真正不錯的，不過不是完全真確罷了。

到了近年，有人把那些無神經或神經細胞的簡單和低級的動植物的狀態研究過，發見他們也有記憶。就是在那些差不多是原始生命，最簡單的腦內，許久也有最細微似影子的暗示。我們也可以尋出些記憶的憑證。一切生物物質是叫做『原形質』Protoplasm，而記憶就是各種生活原形質的特性，無論在那裏都是事實。

無論怎樣簡單的動物，都能因為變更他們的環境，而變更他們的狀態。這個的意思就是說，他們就有相當程度的記憶；他們記憶有差異，因為有些在前已遇見過三次，而第四次遇見，他們不能感受像初次的那麼罷了。無論是神經細胞，還是其他任何細胞的生活物質內究竟有些什麼，能使生物物質能够記憶，那我們不能說得理由的；倘若我們記着一個觀念，我們也不能說出記憶的進境。但縱使在記憶的最低者，譬如有個動物，對光的感覺不同，因為那是第二次，而非第一次見光，那麼我們只能懸想他的情狀是怎樣。我們可以說，光在初次的時候，做了某種的標識，在生活細胞內，便把那些細胞變化，所以到了第二次見光，他們就不同了。

有許多人假定說，生物物質是決不遺忘的。當我們說忘記時，我們的意思，就是說我們不能回憶 Recall，但我們說我們忘記了的那物件，可見依然有些影子在精神中，若有人說出他的名字來，我們就可認到；倘若果是忘却，則我們必不認到了。

但縱使我們自己不能記起一件事物，而且別人提醒，我們依然不能認到，那也不能說我們真是忘記的。有很多情形可以記述的，例如有個人，完全把語言中若干字忘記了，這幾個字，他幼年時學過並且講過；他不能把這幾個字回憶，並且就是記起，也不知是什麼解；又或者他患很劇烈的病時，他證明那些字精神中依然記着。倘若他的腦大錯亂，這些字有五十年以上未曾聽過或未曾用過的，會忽由他口裏說出來。這些很像他並未用甚麼知覺，而且他也不知那些字是甚麼意思；但是有這些字在那裏。腦並未真正把這些字忘記的。

記憶與回憶的分別 由這些情形，我們可知那些生物物質不遺忘的，但我們更可知，我們所謂記憶，絕對

不是那麼一個簡易單純的。在我們所謂記憶的，尋常包含有三。一個是『純粹的記憶』Pure remembering。我們於此，和書桌上刻印的花紋一樣，牢印其上，不易磨滅的；第二是『認識』Recognising，將我們所記憶的辨認無訛；第三是『回憶』Recalling，把已記憶的回憶出來。人人都被考過這是甚麼？而且因他見過上百次之多，他知道得很清楚，但他不能給他的名字，可知記憶不是我們有時所懸想的那麼單簡了。

但在每次記憶的動作，其初是加一印象於腦上。這當然和刻印花紋於桌上大不相同，但若假定和刻印花紋相似，試來研究，那也並無妨礙；並且我們用來描寫『記憶』的唯一合式的字，就是『印象』Impression。那麼，印象既是記憶的開始，而記憶又是各事物與我們人類生關係的開始，則我們就很有要知道，有多少應用方法，能改進我們這些權能呢？

記憶力最好的時候 我們第一，若不把這記憶的部分和別的部分分別清楚，並且第二，若不把我們自幼至老期間，記憶的自然變化發見出來，恐怕全要錯誤了。通體計算，大概幼時記憶力最強，等到逐漸老了，那記憶力也逐漸低減。於此却有個顯著的例外，因為男女兒童，在某年齡的時候，他們能記誦詩文，和學習其他用心的事，往往比他們前一二年，較為容易記憶些。那不過是因為到了那個年齡，腦的構造剛纔完備罷了。大概過了那個年齡，印象的能力，就要逐漸減低的。

如上所述，可知記憶力是有特別情形，非是始終如一的。譬如我們知道，通常記憶新近的事物，比多年所遇見的較為清楚。這個或者是只因為久遠所遇見的事，已低壓在精神的下面，而上層蓋了許多新的事物。

爲甚麼老年人善於記憶久遠的事，我們常見許多老年人，從前記憶近事很好的，到如今都不大能記憶清楚了；但雖對於新近的事，記憶模糊，而記憶已過多年的事，却很清楚。這原因是更新的印象印於失却感印能力的腦上，而舊印象卻在一個少年而很能感印的腦上，並且雖經長時間的經過，並未將幼年所成就的深刻印象毀滅。

我們若將各人來比較時，我們就知道記憶的性質，各人各不相同。差不多人人都以爲這些的分別，是由於教育的緣故。所以教育大目的之一，是要訓練記憶。但若訓練記憶，我們以爲只能使腦增加勝於天然的形象可能性 *Impressionable*，其實不能比絕未受任何訓練的，更準確一些，並且決不能使準確一些的。

我們要說明，各人記憶的不同是自然的。一個人所記憶的量，當然是根據於他所曾欲記的量，所以他的教育是很重要的，因爲教育的作用是給我們以記憶的機會。但這和那初始記憶部分感應後，增進記憶而得的結果是完全不同的。

用心學習的唯一一詞 各人關於這記憶的不同是很大的，但那是天然的歧異，我們惟有順受罷了。記憶不同，當然使我們的生命要呈可驚的差異，因爲我們已知記憶力是一切事業的基礎；各人例如油畫師，工程師，音樂師，雖因其所處不同，而所需的記憶力也各不同，但記憶的不同，卻是各人成就不同的初步。

所以腦內自然的印象力，用以前所採的任何方法，都不能使其印象力增加，那是很確實的。用心學習或者是個好理由，那不過是因爲易於記憶在精神內，而重述時就能引起。但用心學習，並沒有一種能增加腦的記憶

的。用心學習，並不誘起記憶；他時常厭惡於心志，並且每因思憶而氣餒。

用心學習的唯一可能之恕詞，是所學的都有價值。類此有價值的事是不少，而我們留心兒童，乘他們用心學習最易的年齡，就利用那些時候，盡力選擇那些人人所應知的，灌輸入他們的精神內。

我們需知的和我們所應知的 有些事是人所必需知道的，和有些事是人人應該知道的。這些需知和應知的事物，其數有以前最智慧最飽學的人，所能記憶的億萬倍。所以我們對於各個都要竭其心智，所謂竭心智，就是審慎選擇他所應學的，和利用他最易記憶的時候。我們必需將那些課程分開，或更變以免兒童的疲乏，因為疲乏的開始，就是記憶的終止。雖然教育不能改良天然的記憶，但有一定的事情，教育——廣義的——能棄取的。無論腦是怎樣的自然，無論牠的能力是怎樣，然而腦細胞和腦神經的構造和健康，以及其職責上所得的效果，都是依賴他們所收受血的供給，和他們所具有決不因過勞而降服的不折撓性。

我們所謂教育，有時恰和真正的教育相違背，就是我們一方面想啓發他，同時又傷害腦並毀壞記憶。學校的鐘點有時是嫌太長；沒有一個兒童能用心一小時之久，或類此的情事。光線以及尤重要的空氣，有時也未合適。不潔的空氣，可以釀成不潔的血液，無論在什麼地方，和無論什麼時候，都有這般的危險；而不潔的血液，即可使腦不清潔而受毒。

最有益於記憶的戶外生活 所以我們在青年的時候，我們重要的事務，是應當注意於記憶，多在露天的地方，使得健全的生活，愈多愈妙；少年時室內所遇的事，要比室外所遇的事，少記得一半，我們到了後來，就知道他的

區別了。

那麼，我們需要盡力研究精神作用的規律，藉以知道有許多方法，也許可以助我們減少煩惱印入精神內。我們知道，記憶在少年時代要算最強，所以因這個緣故，若無別的原因，幼年的時候，就是求學的時候；並且我們又知道，每個男女兒童在某個年齡，或別個幾年的期內，用心來學習，是特別的容易，這差不多是個慣例。有許多現已成年的人，感謝那些從前在這種適宜期內，教授他們書籍——例如一部分的聖經和好詩文——的人，這些都是於他們後半世，心內可寶貴的所有物。

其次，我們要考究的，便是感印記憶的各種特別方法，其中第一個方法，就是溫習 *Repetition*。我們大家知道溫習是能助記憶的，並且將所要記憶的，一再溫習，那是一個教授開始時最可信用的方法。這個合於我們學識的記憶 *Learning-memory*，也合於我們行爲的記憶 *Doing-memory* 的，因為我們承認『實習則成功』這句話。現在我們很明白，重復演習，和用心來學習，都不能增加記憶的自身，但只僅可助印象的力量，我們用這個方法是很合的，而且尚有若干的事件，也是要知道。

記憶那已經聽取的事的最好方法 學習的法子不一，其中的一種，是將別人所講述的專心傾聽，並把他紀錄出來。我們記着，傾聽和紀錄的方法，以及通體念讀一遍的方法，倘若將他們合在一起，則結果更容易記憶。若是將本日記錄的，本日念讀過，則我們比抄錄後幾日纔來念讀，能多記憶一個月以上。若溫習那最初相近的印象，好像初次壓印，使烙鐵熱了一樣，而第二次印象，則比初次冷了，再加印壓的更爲有效。

別個最重要的事實，是一種的溫習，和別種不同，並且這是一個差不多人人都有的錯誤。我們有時漫不經心的聽；有時雖把一件事念讀，或寫出來，或大聲朗誦，然而我們的注意却在別處。這樣情形，我們的工力是消耗於無形；消耗於記事實，和消耗於引導記憶一樣，當我們因學習功課太久，或覺着冷，或覺着飢渴，而生疲倦的時候，雖學也是無益。

爲甚麼念誦要比書寫更易記憶 若我們真個病了，就不能專心什麼，或者像我們所說的，漫不經心的了。有一件事是準確，並且曾用過各種有效的方法，證明億萬次的——就是溫習若非專心，就沒有用處。那不單是無用，因爲除了虛擲光陰外，並且要減少腦的注意別事的能力。敏慧，仔細，專心的念讀，是一種比抄錄更爲有效的溫習，雖然我們不作如是想，但實在是如此，那是我們要知道的。抄寫是將我們的專心，犧牲太多於所行爲的機械部分，雖然我們更覺辛苦，但不能把全副精神注意於所抄錄的上面。

純粹記憶的秘訣，大抵是要多專心。什麼是專心，和專心使得甚麼效果，那是很難確實考查出來的。專心和不專心的區別，或者是當我們不專心時，則由外界所注入的，到腦便向各方分散，並無若干遺留於腦內。他們的效果，差不多是無用的，因爲那些所注入的，很難分別到甚麼地方；並且我們不專心時，或者腦的最重要部分，真個完全不動作也未可知，所以貫注的決沒有到腦內最重要的部分。

不絕的反復記憶所生的惡果 但我們若專心時，或者不止腦的最高部分在那兒動作，並且所注入的那些也可依次排列，所以進入腦的能依一定途徑，到一定的地點，而做一定的事。溫習便要離開專心的境界，所以溫

習是專心的，一個障礙物，這是應當注意的。我們溫習的回數愈多，專心的力量使愈少，而所得的效果也愈少，這差不多是個慣例。

倘若專心是記憶的秘訣，那麼我們定要盡力去找出專心的奧秘了。我們知道溫習絕不是專心的秘訣，專心的真正秘訣是『興趣』，所以興趣是記憶有效的真關鍵。若我們有興趣和專心致意時，眼也就靈敏了，耳也努力來聽了，身體的其餘各部分也就沉靜不動了，所以就沒有東西來擾我們的視力和聽力，而印象也因此更爲敏捷。我們人人都知道這些情形，是由我們自身的經驗得來，因爲我們會傾聽一個有趣味的講演時，我們全部精神都靈活起來，所以能將所聽的牢記不忘。

我們思想時的現象

所有我們的感受 Perception，觀念 Ideas，信仰 Beliefs 以及一切推究 Reasoning 等，全都建築於感覺和記憶的基礎上。我們看見一張椅時，而知牠是張椅，那種知識就叫做『感受』，感受的意思，就是把所見的感受進去。精神的天然趨向，無論在甚麼時候，都要將各事各物感受；把些事物集合一起，以考察他們的究竟；所以我們看見了張椅，或別的和椅相類似的時候，這些達到我們心中的新感覺，不僅是容受，並且要把牠考辨。在精神內已有不少的感受的記憶，這些感受的記憶，知道那個物件是叫做椅，而其中的記憶乃形成精神所得全部印象的一部分。換句話說，已往感覺的記憶和尤爲重要的，那些已形成感受的，既往感覺的記憶，都

進入我們一切的新感覺內。

我們要研究感覺時，必定要記着那純粹的感覺，是和什麼相像，那是我們不能講得出的，因為我們絕未覺到一個純粹的感覺。自我們出世以後，所得各個感覺，都由感覺反應的記憶。我們必定也要記着另外還有個極重要的事。從前有個研究精神作用的錯誤觀察——就是偉俊如陸克約翰 John Locke 也常錯引用的——是說精神是像一張平滑白色的紙片，所有外面引入的，即影印於其上，而留下一個痕跡。依此觀察，精神像一片的紙，是完全被動的；我們受有感覺時，精神並無動作，惟只守着來收受感覺罷了。精神完全不能自助，所有能述精神的情狀，只是精神在一定地方，和取受外界的感覺。

現在我們知道，上述的情形，和真相相差很遠。有個著大的事實，現在為一般研究心靈的學者所承認，且視為很重要的，是說有事物引到心中時，心不是被動，乃是自動。我們聽見一片的音樂聲時，我們精神的動作恰和奏樂者的精神和手指的動作一樣。

對於一件事，我們若是專心注意，在我們的精神內也是一個動作，就像我們人人所知，有時是件艱難的事，如劇烈的奔跑或游泳等，精神內也是動作的。比這個更甚的，腦的許多部分，尤其是關係於目前的事的，當新感覺引入時，就激起動作。精神時常要令那些新感覺發生知覺，雖然這句話說得迷糊不清，精神確常動作不息的。雖然我們有時不很明白精神的情形，但精神無論甚麼時候，時常把剛引入的，和以前所引入的來比較，每兩個兩個的放在一起比較，然後知道這個必定是張椅，而那個就是我的弟兄；或者更高一層，因為我們知道那些，可以把

牠證明。我們無論在讀書、視察、或注聽的時候，腦的較高和較好的部分，主理這些事情也較確，所以若是假定精神像一片的紙，遇有感覺，便影印其上，說感覺是個被動的行為 *Passive process*，這是絕大的錯誤。

若我們會把剛纔所說的，專心注意，我們必可明白精神感覺、感受和真注意後，所生別個動作的暗示。那個動作就是，遇有事物感入心中，即引起別件的記憶力，記起別的事物來，和剛才所遇見的相比較。

這個動作的名稱，是為『聯合』 *Association*，通常叫牠做『觀念的聯合』 *Association of ideas*，但這不是個很妥善的名稱，因為我們所聯合的，那些由外引進或者能够存在精神中的任何事物，可將他們少許聯合，也可將一切聯合，多少都無一定的。我們眼所見的物景，耳所聞的聲音，舌所覺的味，腦所生的感觸，和其他一切如觀念等等，差不多時常都在心中相聯合的。

我們的意思是說，一件事物，可以引起我們別件事物的感想。這就是說一事物經過記憶的作用，便和別的事物相聯合；但聯合的時候，不僅限於適值注意和討論事物怎樣暗示別的事物到精神內的時候。牠確是時時刻刻在進行中，小事如此，大事也如此的；我們尋常的生感觸時，便薄弱些，我們竭力思索時，便活潑些罷了。

思想聯合的奇異 第一個人，把似是一個這種聯合的清晰報告寫出來的，是個英國人，名叫霍布斯湯姆斯 *Thomas Hobbes*，他那時候，研究這個問題的，尤以英國比別的地方為多。近年來我們因研究腦纖維各部分的效用，能知聯合作用的關鍵，那是很有興趣的。這些發現，當然要推霍布斯湯姆斯的興味最深了。

我們現在相信，凡一切思想都是『互相關連』的。我們又明白人類腦內大部分，有聯合細胞 *Association*

cells 和聯合纖維 Association fibres。這些細胞和纖維並不是直接與各種感覺相關，却是由逐漸而有秩序的方法和我們各感覺的聯合相關的，所以我們的精神，可能由嬰兒分辨暗明的蒙昧範圍行向我們能有的最高觀念，例如光線的性質，和牠的來源的概念。

我們所有的思想怎樣靠着記憶。聯合雖然是那麼奇異，並且處於一切思想的下層，但是聯合作用的規律，真是不很難明白的。牠當然是靠着記憶。我們試問爲什麼一事物引起另一事物，而不觸起其他事物，又爲什麼他對於一個人引起一事物，而對別個人引起另一事物，不相混亂的？爲什麼一隻貓便使我們意思及鼠，又爲什麼對於某人，可以因一椅而思及一個或者已死多年的老友的名字呢？要明白答覆這些問題，是可能的。

我們把同時所見的事物聯合，就是空間的聯想 Association of place，以及時間的聯想 Association of time，我們也把那些因爲相似的事物聯合；並且有時說起來很奇怪，一事物因爲和另一事物很相異而就想起來的。上述的最後兩例，我們可以稱做類似的聯想 Association by likeness and by contrast。

這些是通常所說的各種聯合；但尙可以有一種因果的聯合 Association of cause and effect，這種聯合，是那些人的心裏善於推想因果的。這或者就是我們現在信有的一種根於原因的記憶，卽如我們記着某件事時，因爲我們知道牠的原因，這就是根於原因的記憶。這個是極最高級的記憶。

靈慧的動物能像人類那麼思想。各種的學識，都是靠着記憶。除了最簡單的學識外，都要靠着聯想，那是確然不錯的，作者不信惟有人類是這種有能力的動物。動物也有一定度的思想，並且動物愈靈慧，他們的觀

念聯合，我們所能見的愈是顯明。

有個顯明的例，譬如有一隻衰老的戰馬，在牠年齒幼穉的時候，聽見軍號的召集，便躍入戰場之中。待到多年之後，軍號的聲音，就可以激起牠莫大的刺戟期望，因為牠的精神中立有一個軍號和戰爭的觀念聯合。這種觀念聯合，當然也見於狗的；狗確有一定量推究能力，那是可信的，而推究力一定是有觀念聯合的。

人類觀念聯合的能力，差異很大，並且我們可以說，大抵一個人的觀念聯合能力愈廣大，愈深潛，愈充足，那個人的心靈愈高貴，愈精細，那是可以相信的；不過我們需分別加以計量事物的聯合性質罷了。

為什麼只要思索那些值得記憶的事物 所以我們對於自身大職責之一，我們不能開始就明白，或實習得太早，第一先要把有價值以及將來能值得用觀念聯合來提起的事物，放在我們的心中；第二，要盡力把完全無益的書籍，愚惰的談話，和一切對於精神無益的事，一概廢棄；第三，就把那些確然邪惡，或可厭或腐敗的事剔除。這些當於我們知覺某事之先，不知不覺感到我們的心裏，並且時時使我們觸起的。

我們記着，雖處於貧境若心中充滿了高貴的見聞，高貴的觀念，以及巨製的詩章，和友朋的憶念等等，再沒有那麼好的財產了。一個人若是有了這樣的精神，他可以對自己說，我的精神是我的極樂世界，又可以和華滋華斯氏說，『心內的慧眼，就是幽居獨處的福音。』

我們不能心中充滿良好物質以備聯想的重要。那是適合於執任何職業的人的。美術家不能看過多的物景，科學家不能把過多的真理放在心裏，而最大的科學家，是一個心中貯有許多不同種類的真理，並且能將各

種真理總合在一起的人。

各個腦內絕不能改變的差異 雖然是那麼說，但事實上各人都各有自然的差異，無法能把牠撤除，也不能把牠戰勝的。這些差異，是根於人腦內部構造的問題，而羣衆只有領受，別無改造的方法。

各個不同的腦，關於聯合細胞的數目和聯合纖維的數目，差異甚大，就是纖維的作用也很多差異。我們雖由這個觀察點來考察，我們所知的不很多，因為各腦的比較，實在正在開始研究的緣故；但從確實的人，和他們心中的動作，則我們能知道不少。

若我們不切實依據教育的效力，和各人精神內容的差異來研究，當然要起糾紛，甚至生有謬妄的論斷。各人因精神內所容的不同而生差異，其差異到什麼限度，和他們因精神的真性質而起差異，其差異又到什麼限度等等，當然都是不容易說出的。但雖然我們有時不能確知其究竟，而關於這些的天然差別，仍有明白的顯示，並且這些差別，也就是兩人精神所有差異的真正基礎，例如一個愚蠢的人與一個敏慧的人，詩人與科學家等等。

男女兒童比老年人做得敏捷的事情 我們講各人不同的時候都知道，第一就是聯想速度的差異。有些舉動往往在兒童很敏捷的，例如他們敏捷的答辯就是。在老年的時候，這答辯就要很緩慢了。那也有各種聯想的差異，有些人的精神時常要多少傾向於一方面，惟大詩人的精神，例如莎士比亞 Shakespeare 的，却常呈中等度的聯想。

有些特種的聯合，我們應該知道的，但最重要的我們不可立即認這種差異是自然的。若是世界都開明了，

各人就各有個最大的艱難事情，就是應當趕快把各兒童的特種自然趨向考察出來，然後可將許多兒童分別列於自然的界線上。若我們只把一個兒童精神的全體構造，彼此試驗以表示那兒童的所宜與所不宜，其結果就要毀壞那麼多的生命，消耗那麼多的時光，受那麼的慘苦。

有很多人，對於任何特殊方面，都無很明顯的趨向，那是不錯的。但我們未真正把眼睜開，時常以為是這麼辦法的。

爲甚麼有些人對於數學更爲敏捷 有些人的心，對於數目方向，有靈敏強大的聯想。無人能說，腦中有些甚麼，可以判斷這個數目聯合的，但由實際上考察，那是並不相關，有事實的存在。計數，算數，量度，估計，比較長短，比較巨細，和比較數量等等，都是人人天生就有的，並且與別些天然生成的一樣，人人都願意做的。除學校的功課，或所任的職務外，一個人所收入的利益，財物，和所勝獲，這些都是要知道和要考查的，所以人人都要取計算和量度的趨向。

那麼，就有許多有益和有用的事業於那麼一個人了；但在別方面，有些人雖深有趣味於花卉，樹木，風，天氣，和天空的表面等等，但對於數目聯合很是稀少，緩慢，艱難，並且真個覺得不自然。

我們試將這些人用作銀行書記，試問是不是不錯呢，抑或他們是不是應該遣到田間，助理供給人類糧食的大事業呢？

雖有些人善於思想數目，而別的很相類的人，却很易很敏捷於思想空間。有些人喜歡把物件集在一起和

將物件拆分；他們愛製造玩具的機器；他們是明白各物動作的方法，並且他們是天然敏慧，知道甚麼適合於某個空間，若一個玩具不能用別法動作，他們就知道怎樣用個方法使牠動作。

巧識機器的那種人 這些巧於諳曉機器的是善於實習的人，恐怕工程就是他們最相宜的職業，雖然我們必不可將六七歲兒童所有的嗜好來判斷，原來這些嗜好是來去不定的，倘若這些人有那麼合宜於數學，於幾何學的強度數目聯合，再加以工程的技能，必定可養成爲最良好的機器工程師。

這種心的最高級，不單能知道幼年時，心所製成的聯合，並且可以製成無人造過的新聯合。所以這類的一個人，不單能諳曉舊機器，並且能發明新式的機器。

這個人若是多在學理方面用功，而少於實習方面，他的能力就可表示於發明新式的實驗和新的實驗用具，並且有些，在別式人見着氣沮的，實習難題，在他則欣然樂爲，而毫不以爲苦。有些人的精神差得多，思慮得要停滯不動了，而他的心，似覺得思想更爲清楚。

這些人若加以熱學，電學，和光學等的智識，那麼，他們一定成爲大實驗家了。**愛迪生氏** Mr. Edison 就是個最好的活榜樣，他的精神善於實際的發明，並且他不但創作實用的物品，就是他選擇來創作實驗用的機器，也是依然沒有無成功的。

例如不列顛聯合會會長湯姆孫約瑟 Joseph Thomson 這麼一個大工程家，是適合於這種精神的榜樣，他的精神專意於科學的實驗。克爾文氏 Lord Kelvin 在十九世紀有這種精神的**最大榜樣**，並且克氏把他

的時間，分開爲實習的創作 Practical invention 和科學的實驗 Scientific experiment，他對於發明和實驗兩者，都和別的發明家，別的實驗家的成績一樣，並且他很明白顯示，養成發明家和實驗家，所需的聯合是完全一樣，並無分別的。

心裏能打畫稿的人 在創作和實驗，在工程學，以及幾何學，都有許多要用心眼的視力 The mind's eye 的，心眼能於心中生出一種視力，使事物應當怎樣做，他們怎樣集合，怎樣是合宜，怎樣他們可以整齊等等。

這種心裏製畫稿的能力，是叫作『鑒察』Visualising，凡有這種精神鑒察的人，是很有能力的，並且那鑒察可以造成他們思想的自然途徑。他們不但能在他們心中引起過去感受的記憶很清楚，所以他們若是只會見過一次的機器動作，他們能把那機器如何動作的狀態，時常回憶於精神中，並且照我們所看見的，他們能養成新感受在精神內，然後把那些感受演爲真實——於是我們就得有新的發明，像蒸氣機，或蓄音器等等是。

另有一種的鑒察精神，雖然他是同在一途，却是很不同的，這種精神內，有我們曾經討論過的，因果的聯合，並有好些計數的聯合，也常混入，這些人不大和物品的外表相關；他們或者對於美麗的顏色，或形狀都沒有特別的快感。但此外仍有另一種鑒察力，全然不是科學的，也不是創作的，而在他自身方面，依然是非常可貴，他自身方面，是人的精神中的聯合，多注意於物品的現象，尤要的，那些物品的顏色，式樣，光澤，和陰影，他們每日不同時候的現象，每年不同時候的現象等的比較和回憶。

助成美術家雕刻家的事物 秋天的時候，有些人能觸起他們心眼裏某種風景，看來宛如在春天見的景象。

那是天然使他們知道這些的，和使他們造成這些比較或這些聯合的作用。當他們對別人談話時，他不專注意於聲音的韻調，並且他們或者不特別關心於所講述，却是注意着，記憶着，和比較着，那些別人所完全不注意的事物，甚至注意他們所愛的人的面容——眼瞼的瞬動，口唇的翕張，頭的懸擺等等。這些人是美術家，繪畫師，油畫師，雕刻師，建築師，和佈景家等。講美術的人，通常藐視那些講科學的人，因為他們不注意於美觀，且有時做出奇形怪狀的物品；而那些講科學的人，又反過來，輕侮講美術的人，說他們太注意於物的外表，而不留心於所隱藏後面的真理，那是真個不幸的。但聰明的人，就知這樣的互相輕視，互相攻擊，是多麼愚昧，並能知這兩種人都是必要的，因為要合了各種的人，纔能成一個世界。

有些人用聲音而不用視象來思想。精神又有一型，這在兩種很不相同的人發見的；但他們有相同的地方，因為他們的腦內，起有最適宜的聯想，不很利用眼，而多利用耳。總而言之，其他的人，可算爲『鑒察者』(Visualisers)，他們思想的方法，大都是鑒察的，或在精神中作新舊不定的視象。而上述這類的人，鑒察能力很是低減，且他們思想的通常方法，就是形成聯想的方法——是用聲音，而不用視象。又若一種動物，例如狗，其聯想大部分用嗅覺，但在人類，嗅覺已失其重要，惟用聲音和視象來思索。所以凡大部分用聲音來思想和聯想的人，叫做『聽察者』(Auditives)。

眼所見的字怎樣在心裏聽出。人嘗學做許多奇事，尤要的就是寫出些符號以表聲音，這種寫錄語言的發明，和做書讀書，雖非實在的視象和實在的聲音進入精神內，却是屬於這類精神的作用，雖然我們念誦時，我們付

想那些字的聲音；所以我們雖用眼來讀，並且似覺完全未用聽官，然而進行入腦和精神的時，在事實上是和傾聽別人說話時的聲音進行一樣。因此我們可以知道，那些聽察者的精神作用是什麼一類了。

其中有許多人，像音樂家，對於聲音關係的深，恰如聲音與聲音的關係一般；他們記着曲譜，並且能將曲譜複製過；甚至能製成些新曲譜；他們能在心裏付想，某種樂器和某種樂器混合，能發出怎樣的聲音，或者諸樂並作時，韻調便怎樣，一種跟着一種又怎樣。所以音樂家的製造音樂，和美術家的作畫一般。音樂家製造曲譜，是容易而且自然，但不能裝配機器——發明一個新機器更不消說——正像工程師發明機器是容易，而不能創製一曲譜。

我們當然不說，多數人不能把兩個以上的聯想力總合在一起。這類的人確是有的，在別人看起來必以為他們很幸福呀。

人所能有的最高級的精神 我們現在所要講的是，大概各種精神的最高級的，而這種最高級的精神是屬於和文字有深關係的人。這些人的精神，在人類精神中是最高的。當人說話時，他們不以美術家那麼關心於人的唇和他視官的動靜，也不似音樂家的那麼注意於人說話的韻調，但頗注意於人所說的意義。音樂家記着聲韻和曲譜，美術家記着顏色和式樣，而這些人則記着文字和語句，以及字句所表述的意旨。

一種人能總合物狀而成畫；另一種人集合音韻而成調；而第三種人能綜合字句而成思想。畫可以和從前有過的幾千種畫相同；曲譜可以和從前的許多曲調相同；所以許多語句，許多意旨，和許多思想，自然也有和從前

相同的。

但少數的偉大人物，我們稱他們爲「先覺」Original，並且使世界進化的，不止能記憶和重製那些舊的聯想，而且能製出新鮮和創作的聯想；所以從這類的精神纔有大思想，正像我們從某種精神纔有巨製的畫圖，巨製的雕刻品，和巍然的建築物，或從某種精神而有偉大的音樂一樣。

詩人的奇異精神他從靈魂中尋出生命。世界上各時代，必有那麼一個人，其精神混有兩種聽察型。他不單是有從總合文字而成的觀念，並且和文字的音樂性相關係，他細心注意的把文字聯合一起，所以他們有個怡情的韻律，這個人就是詩人。最偉大的詩人，也是個聽察者；他們能見巨製的畫圖於心中，例如密爾登 Milton 著失樂園記“Paradise Lost”一篇時的視察畫圖就是；他們又能回憶宇宙間現象，例如華滋華斯 Wordsworth 氏作水仙詩便是。他們的精神是那麼淵博和有那麼多的聯想力，所以他們能將別人未想着的事比較拿來比較。

把這些性質，完全平衡的集合一起，而以較一切聯想更深的某種東西，我們只能稱之爲靈魂的管束之，以造成世界上有數的最卓絕的詩人，這些詩人因思而視，而聽，而感，而歌，而記憶和預言，把這許多做得非常好，並且調和得非常可驚，所以詩人所作的詩章，必定要稱爲人類精神中最偉大和最光榮的產物。

怎樣來思想

綜合事物集在中心，或叫做聯想，就是我們許多人用以自矜的權能的嚆矢；但雖然通常稱之為觀念的聯合，然而不單是適合於觀念，並且適合於能入心內的事物——例如一股香臭的氣味，一切身體上的痛苦，一節的聲音，和盈千累萬完全不能稱為觀念的事物，都可聯合在一起。

我們知道視看，更進一步就是感受。感受除純粹的感覺外，都和其他各事物相同，都倚仗記憶。例如一幅模糊的畫圖，我們展閱了許久時候，到末了纔感受那幅畫的表面，這個情形就是分別看視與感受相異的好譬喻；又如聽見聲音，和感受那聲音是曲譜，也就是聽取和感受的分別。

但這些我們所感受的，和所以使我們感受的，都不是甚麼觀念；他們不過是某一組的感覺，集合而成一個體。感受是感覺的一個大進境，那是可以無疑的；但尚有更進於此的，他的專有名詞是『理解』Conception，或『理會』Conceiving。譬如我們說『我理會恆星必定全和日球相同』，那是白魯諾佐達諾 Giordano Bruno 的大觀念或理解，而這個大觀念顯然超越於單純的感受或辨認，譬如我們辨認張椅的顏色和其陰影等。理解比這種的辨認是要更深一層。

我們已由所見的物品，或所聞的聲音等的平面，講到思想的境界了。現在所講的是一個概念，或一個理解——一個思想。把兩個記憶連結或聯合於精神中，由此成一定的方法，精神中有一定感受的記憶；第一是恆星，第二是日球。但精神施行理解的大作用，精神將恆星和日球的兩個感受綜合，或相連在一起，而成一個新異的事物——就是『恆星是日球』的思想。

數千年來，人們不單是看見恆星、日球，並且感受他們，以及把恆星和日球的明瞭記憶，印入精神中，所以人再看見恆星和日球，就能認識。但在白魯諾·佐達諾氏之前，却無人把「恆星、日球和月球是恆星之一」的觀念聯合施行，而大家依舊用日球或恆星的各自名稱。我們選這個譬喻，是個偉大的觀念聯合，但我們每日所行的，或任何時候所想的，都是小的觀念聯合。我們所以故意選擇這個譬喻，是因我們想要明白什麼東西成立精神的。依上述的情形，可以幫助我們相信精神的整齊步驟，是由視力的單純感覺起，演進至世界中最大之一個觀念。我們試自己考察那些程序是如何依次遞進。

兒童的精神怎樣逐漸建立的 陸克約翰 John Locke 說，人的精神內並沒有什麼，惟有先進諸感覺中的東西；又說所有進入精神內的，是由他們上面的感覺和反射建立的。他所持的這些理論是正確的，即如上述的恆星是日球。那個天文上可驚異的觀念也是這樣。這起以純粹的感覺。人在襁褓時代和幼年時代，他們的精神初始並無任何種類的天賦觀念存於其中。他的初始經驗，是單純的感覺。我們所知的，視官是腦的一部所成，該部向前突出於頭蓋之外。把眼向上轉動，使得若干光感的印象這些單純的感覺。

若是沒有記憶那麼一物，則人一生中，都要每夜將所曾見聞的，溫習一遍，並且恐怕也沒有一件事物進入精神內。但生物物質都有記憶的。所以，以感覺和記憶的必要援助開始，我們可以達到感受的境界，在那個境界，一夜所見的光點 Points of light 比所見的為多，因為他們被感受而和前數夕所見的光點相同。

真正的思想是將事物集合在精神內 感受之為物，我們記得是和感覺相同的，所以我們可就精神內所有

感受的恆星和日球講。

譬如有個人，在許多的感受物中，揀出恆星和日球兩種由理會或思想的方法，而成一個理解說：『恆星都是日球。』這個可以告知我們，精神是由緩慢和必需的秩序以建立與長成的，並且精神的最高成效靠牠的最低成效而成。這也是思想確是觀念聯合的例證。理會 *Conceive* 一詞，是表「綜集」*To take together* 的意思，而聯合 *Associate* 一詞，是表「交通」*To make companions* 的意思；所有一切思想，就是把事物彙集一起——使他們相交通，並且使他們相互間發生關係。』把事物彙集，使他們相互間發生關係，到若干範圍，我們並未加以努力，也未加以思索的，但超過一定境界，我們很易不加注意。思想停止進行的境界，就是我們關係終止的境界。思想並不是一個偶然和我們相接觸的事件，却是我們所行爲之一事件，人有所行爲時，自然是因有個動力精神內這種大行爲，我們稱爲思想的，其動力就是『感動』*Interest*。現在所講的，是人和人間相異之一關鍵，並且倘若觀察聯合的研究無裨於我們，那麼更需要研究這個了。

一般大思想家所以成功的祕訣 『思想之王』*“Kings of Thought”* 我們固然應該歎服的，但我們對於他們所以成大思想家的意見，却很多錯誤。若說某幾部分，有很特殊的能力，這些特殊能力，非各人腦內所同有，某人的腦有此能力，而某的腦却沒有，那到是不錯的；例如數學的，以及音樂的能力就是。但除此以外，大多數的偉大理想，和人類大多數的發現，倘若受了任何人充分的感動，則任何人都可以把他們思索出來，或把他們製造成功。

人精神以純粹的思想，或純粹觀念聯合的方法，所成就的大功業，其多數的奧祕訣各有巨大的差異，並不在精神聯合的方法，而在感動和忍耐的事實，導引他們進行，想了又想，將他們心裏的觀念不絕的轉動，到了末後，就可以把那些真理推究出來。

因為觀念聯合，自然也有是真的，也有是假的，或者更有是純粹的幻想，並不假充真的，譬如我們說：月球是綠色乾酪所成，這分明是個幻想，斷不當作是真。但以精神的聯合能力說，精神最大的職責，是要發現真理，我們應有一個自以為真的正當概念，在我們頭顱之中。

我們可把我們的精神，當作一種鏡子，外界所有的事物映照其中，是要反射的。所以外界若有事物，則我們精神中所有事物的反射，應該和真事物適相符合。外界的事物，與內外的思想，應該彼此間互相反應。但也時常不相反應的。外界的物像，有時歪斜，有時顛倒，也有時現有巨大的破缺。但我們的思想，我們觀念的聯合，在若干限度內，是真正和外界事物的聯合，適相符合，然後我們才可以說，我們的思想是真確。

使人成爲大思想家的事物 任何人都可以將任何的觀念相聯合；那是沒有什麼困難的。我們可以說，恆星是夜光蟲 *Night-lights*，類此的幻想，也許有些益處於其間；但我們心的大目的，是要使我們思想和事物適相符合，並不是只將事物任意幻想的。

大思想家是一個人，他不單把觀念相聯合，並且可使那些聯合和天籟所成的聯合相符。恆星都是日球，這種思想的功效和他的價值，是因我們心中兩者間的關係，恰如宇宙間，天然物化兩者間的關係一樣。在所謂我

們的心鏡 *Mirror of our minds* 中，物像的反射，是非常和原物相符合。

倘若聯合是精神的一種動作，要能力來做的，倘若聯合是如所說的那麼重要，原來正當合理的思想，須要經過一個長的程途，纔到合理的行爲，又倘若感動是使心來思想的大運動，那麼我們的責任，確然是要考出我們究能如何援助，和如何激勵精神中的感動。並且要考出關於此情形某種感動的價值，和別種感動的價值有巨大的差異。

我們怎樣可以自助便養成爲真正思想家 第一層，我們激勵自己精神中的興趣，和激勵別人心中的興趣，那確然是可能的，並且很少有那麼有效的功業過於依我們所謂開啓別人的眼力使別人感覺事物的興趣，然後開始思索的方法。

感動並不是全然真確的，也有詐僞的，或懷疑的。譬如有些人，不過是因有謀利的感動，他精神中的聯合機就開始動作，因此，並且動作得異常靈敏異常迅速；或有個學生，祇因試驗及格的關係，他精神中的聯合機，在若干時期內動作猛烈，而經過試驗之後，則對於那些功課，少有再加以研究，甚至永不研究。

這並不是那學生的過失，乃是使他們受害的制度的過失。有種關係，只可以使人學知折服別人，或者要證明他們的合理，或者黨會和黨會間，派別和派別間，或宗教和宗教間爭勝負起見，這種關係的結果，恐怕就是最壞的了。這種關係，是極有勢力和很普通的，並且依據精神的通例，這種關係必生相當的結果。這種關係和爲謀利起見的關係，都是世間大多數思想或聯合動作的動力，那全是不幸的事。

由妄謬的感動引導思想所生的禍害。倘若在這種感動之下，所成的聯合，結果可以發現真理，那到是很好了；但通常是不發現真理的。關於我們黨派間，我們宗教間，或使我們思想和辯論的人，這些各種勝利的感動，把思想聯合的真動作，破分為兩個相異的途徑——兩者都是有妨害的。其中之一，是頗明顯，而其他則否。

那個明顯的，是我們感動，到了那時候，便將不合理的理由，當作更良好的理由。我們到了那個時候，不盡將那些有可能性的聯合組成在精神中，惟找出那些似覺最真確的理由，那不過是只將最有益於我們方面的聯合組成，以便辯勝對方所持的論據。因為事件是那麼複雜，所以大多數的人，倘若未將事件，加以少許考慮，和他們所為的感動，便能將更不合真理的，當作較好的理由，所以其所成的聯合是僞妄的。這種僞妄的聯合，固然能有益於人，於派別，於國家，於黨會，但推其所及，必要有損於人類。我們應當相信，真理比僞妄是較有價值，並且更勝於完全不思想。但那別種較不明顯的，僞妄的感動更可以使人誤入迷途。在前述的情形，明顯的，謬妄感動，人可以將別人徐徐朦過，但在這種不明顯的謬妄感動，在不知不覺間，也能把自身朦混着。這是因為聯合的全體進行，能被感覺顛倒而變更的。從前許多的時代，科學家對此都未加以注意。

感覺和思想感應的經過 從前有個時代，那時的人以為司知和思想的智慧或睿智，實際上是精神的全體。他們並不注意於感覺，且以為我們行為的演進，只是根於我們所思想的結果。他們這麼主張，那是很奇怪的，原來人人都知，我們的行為，大多數都是由於我們感覺所決定的。

但在今日，我們不再有睿智就是精神全體這麼忖想的謬妄了，所以我們現在要明白，睿智受精神的其他部

分有多少感應？思想，或觀念聯合，是一種的行為，並且我們剛才說過，行為大都是由感覺所決定的，我們感覺震怒時，我們則易有拳打足踢等等的舉動。

故此，所有合於一切更明顯的行為，也就是合於那種雖不大明顯所謂思想的奇異行為。我們的思想，往往由於我們所感覺。

我們是要謀利，或求榮譽，或洗雪恥恨的；我們和別國有戰爭時，我們必要證明自己是有理；又我們與同級的人爭勝負，又在宗教，要反對那些服裝詭異的人，和在行禮的地方，未能盡其職守的人。我們以為自身是在搜索真理，但其實我們並未搜索真理；並且就是因要爭勝的緣故，未能把真理搜尋出來。我們為無關係於真理的感動所驅策，這就是使我們到那個地步的緣故。

偏信的不合 一個人他只要相信他所要相信的，這種感覺判斷的顛倒，恐怕世間日日都有這種現象，所以感覺判斷的是非顛倒，是關係人類生活最重要事業之一，也是可以顯明人生歷史事業的一半。倘若我們是完全智慧和善於審察，那麼我們不久便可明白我們自身有這種偏信情形，因為偏信是我們人人都易於有的；所以我們無需久待機會，才能察見。我們所察見的大抵就是：所有一切適宜於我們所要信仰，或所欲證明，或所欲折服別人的任何實事，任何觀念，和任何記憶，都是巍然突立於心的前方。我們知道，專心的秘訣就是感動，而且我們所欲信仰的事件，最和我們有關係，故此我們就最注意於他們。

所不幸的是，我們這樣的注意於相宜我們的事件，和我們的觀念，並不留心於不利益我們方面的其他事件。

和其他觀念。但倘若我們不加以注意，則我們不能造成聯合，所以我們所成的聯合，和我們所持的論據，都是基於我們所嘗注意事件，和我們最有利害關係的事件，和有利於我們方面的事件。這就是我們爲甚麼時常釀成錯誤的緣故。

爲甚麼人常不求真理的緣故 我們也許和相反感動的人相辯論。所以有利於我們方面的論點，則感到我們的精神中，而有利於他們方面的論點，則感到他們的精神內。但我們並未真正注意於別人所持的論據，他們也未細心傾聽我們所辯論，並且我們也未把對方的人真正折服。

這種是常見於政治的事件，並且大多數的事件，人和人間要彼此爭執的。有若干的故意欺詐，但分別於尋常明達人的意見差異的大關鍵，則爲自欺 *Self-deception*，這些故意的欺詐，是根於我們的感觸和我們利害關係所毀壞的聯合進行。

這種詐僞的危險則攙入各事件之中，就是真理的發現 *Discovery of truth*，也有時受這種危險的侵入。這種危險的侵入，却也有許多緣故。那不是真理的發現，而是要將所嘗覓到對於我們有利的或有榮譽的真理，以折服別人。當一個人說某事件時，欲證明他自身的有理，和說出那事件的真像，那自然是全不相同的。

所以有些動作，似是妬忌的，也有些動作，似欲證明我們方面，無論是宗教，是派別，或特殊的學校所信仰以爲合理的。凡是這些，都是釀成禍害的根由。這意思就是說，一個人到了有那些動作的時候，不能將事實的全體徹底透視，而只見及其若干罷了；其意思就是，那個人只能見到有利於他那方面的要點，而不能見到不利於他那

方面的要點，因此他就入了歧途。

但無論在甚麼時代，總有若干真正嗜愛真理的人。他們寧願拋棄他們的信仰，而不願信那些不是真確的；他們寧願信仰真理，被人訕笑和厭惡，而不願以非真理折服別人，得享偉大的榮譽。

爲甚麼思想家祇於搜求真理起感動 事的成功往往要待有思想的人的，所以那些人的腦，若是屬於高級，那麼他們即可成爲世界上的大思想家，好比牛頓 Newton 和達爾文 Darwin 等等，而成功唯一所憑藉，是在驅策人的感動的性。使我們思想或聯合，我們必需有感動，但倘若我們要思想合理，則我們必需有合理的感動。倘若我們研究，例如達爾文那麼一個人的作業，我們便可知道這種合理的感動，是使思想者思想不入歧途唯一的方法。他所怕的只有一件事，而那件事就是思想謬妄，誤入歧途。倘若他的目的，是將某事件分別證明，那麼他可以對於某組事實更加感動，但他實在對於一切事實，都有同等的感動，因爲一切事實，都可以同等啓導真理。那些事並不全能同等啓發他的論理，但那並不關緊要——一時於他的理論有損，而對於那真理是有益的。

欲知事實的人和欲證明一個論案的人 達爾文初始不過有個論理感印到他的頭腦中，於是他就費了二十年的工夫來研究。人說他費二十年是想把他的理論證明，但那簡直不對的。倘若我們研究達氏的心理，和他所做的作業，那麼我們就可表同情說他費二十年工夫是要反駁他的論理，而使趨近真理。其實他不是想證明什麼，也不是想反駁什麼，不過是想求出真理。

研究真理和勝訴律師的成功，自然是完全不同的。律師的責任是要勝訴。所以他把對於他方面有利的事實，掃數盡力申明，而故意將不利於他的事實隱下不說。他須受陪審官的評判，但倘若我們無需陪審員的評判，甚至無需一切人類的評判，而只受天籟的品評，那麼我們就不必效律師的方法。

現在我們要結論聯合的研究，由考察聯合如何引到記憶的較高動作，這些較高動作就是辨認，和更爲重要的回憶事物。記憶力最高級的，是像達爾文那麼一個人的記憶力，他看見一朵黃色的蓮馨花 Primrose時，或別的類似之物，他能引起無數的和蓮馨花相似的事實，以及和蓮馨花相反的，使和這蓮馨花發生關係。

這個說法，並不是在有無數的事實，這些無數的事實，人人心中都可以有的。而是在因蓮馨花可以觸起許多事物的觀念；更有一層由蓮馨花所引起的那許多事物，在那個人心中的，恰可以使人明白蓮馨花的情形，所以他說：『呀，我記憶了。』

聰明人所懂的有時反不如愚蠢人的多。人對於許多遠在別處，或是他曾看見過的，或是他只在書本中讀過的很特別花朵的事實回憶着；而將兩個的情形集合一起，就顯明一個真理。別種花的事實，也許會印入別的精神中，但於這個人沒有那朵花的感印，那就是區別了。

這種記憶對於一切精神的功用，算是世間最有價值的了。倘若我們於必需時，不能回想相當的事物，雖堆積許多事在精神中也是無用。但那些未研究過精神的人往往有這錯誤。人也許是個能行的書笥，但仍然是個很愚蠢的人。他的精神內積滿了事實，但不能把他們聯合得正確；不能把那些事實的真關係互相提示到精

神中，所以簡直是沒有用的。又有人也許只有他千分之一的知識，但智慧却千倍於彼，因爲在這個人精神內的事實，是相當類聚，排列，連合，歸納和比較，質言之，事實是相當聯合的。

我們爲什麼做事體

普通人常以爲智識能成人的品格，所以他們想，如果能教人人讀書寫字習數，人人就能聰明而純良了。從實際上看起來，學問雖然很有效用，沒有智識，人就不能做事，然而智識本身絕不能使人聰明而純良。這一點就是說，智識和叡智僅是一種能力，並不能判定人的行爲；而且這種能力，像炸藥一般，可以引起一爆裂埋沒了上百年的人類；也許能毀滅了埋沒他們的石頭，而使他們自由。

小孩子學習寫字時，可以用他的智識於正常的一途，寫出許多東西，使他將來永久做一個好人；或者也可以用他的智識，寫出許多毒惡的謊話，或假冒別人簽名種種罪惡的事情。

精神中另有一部，比叡智更重要，因爲他能判定人的行爲，這就是感覺和意志。感覺一詞有兩個用途：譬如說我們覺得熱，和我們覺得怒——一是感覺的感，一是感情的感——二者絕不相同，然而也可以並論。我們談到感覺和意志的部分，就是感覺到怒，快樂，憂愁，勇敢，膽怯，和善，暴虐等等。這些感覺的專名是叫做『情緒』Emotion，是能判定人的行爲的。所以是人類精神中最重要的部分。人人都承認行爲是重要的事情，構成人類，民族，和歷史的，就是行爲。

智識對於行爲，既不生影響，然則有些小孩子可不必去讀書，沒有智識也是好的；但是實際上，我們一生任何那那間的舉動，常照所知道的，或自以爲知道的，或者不知道的而不同。譬如人沒有寫字的智識，他就不能假造支票，所以智識對於他們的行爲造成一個區別。

那是完全不錯，完全正確的評論，這件事引起我們鑄成許多錯誤。智識每日改變我們的行爲，這是不錯的。我們的舉動，是照着智識或自以爲是智識的而不同；但是我們以前所說的還是真確。凡要想取物非己有的，而所取的既不多，又不少，就因爲他能寫字。倘使這個人不會寫字，他便去做扒手，倘使他會寫字，就可以假造一張支票；無論那一個情形，這人是一個賊無疑——他意欲偷竊。這兩種情形，偷的方法雖不同，但是竊賊卻是一樣。這兩者竊賊行爲都由於感到他有的和沒有的而決定。有金錢的情緒而沒有自重的情緒，又不思量到失金錢的人，也沒有想自己被人發覺的可怕。

原理和智識，確是像領港人一樣。領港人是一個嚮導，但不能決定船到什麼地方去等等。或者這也許是一陣狂風；倘使船是人類，這就好比熱情的狂風一樣。領港人不能操權，有操縱的另有其人，而利用領港人達到他自己的目的，好比一個賊利用他開鎖，假造，欺騙的智識，達到偷竊的目的。大概我們所要的是快樂，或供給自己，或供給別人。原理和智識不能使我們快樂，但能教我們怎樣可以很好的得到快樂。

一件普通的錯誤影響到我們所做的事情。我們以爲只要去教育人民，使他們的舉動就範，這是錯誤的。人固然是一個有理性的動物，但是假使他除理性而外，沒有別種東西，他就任何事都不能做，除去呼吸，他絕不行

其他動作。這件事是重大的錯誤，因爲他影響我們在教育上所做的事業非淺。

大概我們對於兒童的感覺或情緒，不甚注意，然而這確是人類一切動作的根源。我們費去所有的光陰，竭力去啓發人的智慧，以爲真理就可以隨之而來。我們教育兒童不可偷竊，他的智慧也很能領悟我們的意思，然而這兒童仍然要偷，使我們驚訝而灰心。那是因爲我們未曾明白人類的天性，是怎樣成的。我們現在所需要的，以及永久所需要的，就是善意的人；並且真正之教育事業，就是要教養他們，成一善意的男子或女子。所謂德育的，就是那個意思，做成我們的行爲是品格，並不是叡智。

世界上的歷史大部分由恐懼而發生。照我們情緒的字意研究起來，恰巧和普通所謂天性的相仿。英國有一位研究心理學者，近來證明這件事，並且是一個很重要的發現。譬如人人知道有一個逃脫的天性，並且知道逃脫是由恐懼做出來的。

這種恐懼的情緒，是大感緒中之一，可以決定男女，或小孩在各地地方，各時代的行爲。我們有時怕自己，或者怕他人；有時怕現在，或者怕將來。但是無論如何，恐懼是一個造成歷史的大感緒。恐懼是管束的情緒能阻止人做其他的舉動，所以國家的官吏常利用這種情緒，阻止人民做出違背他們的舉動。

還有一種重要的情緒，就是嫌惡，這和恐懼不同。他常和拒絕的天性並行，如我們拒絕飲食中污穢的東西。我們絕不能讓驚奇的感覺消滅。好奇的天性，還要格外重大，他和驚奇的情感並行。行好奇心在高等動物中是很顯著的，而猿猴較人類以外的動物尤甚。這種驚奇的情緒，在人類生活中是很有權力的。但是普通

成年人所有的並不很強大。實際上各個兒童都有，或者因為這種好奇心，引誘他們做出頑皮和意外的事體來；然而兒童若沒有這種天性，他學到的就很少。

成年人往往沒有驚奇怪的感覺。然而這種好奇的天性，和驚奇的情緒是很重要的；因為各時代中，這種天性存在於少數人，就使他們到成人時仍然富有這種性質。在他們，這是智識的主要來源；是科學和宗教的一個根本，是驅遣人發現或發明世界和人類一切理論的利器。真正的偉大人物，必定具有強固驚奇的情緒，和好奇的天性，再結合以他用為利器的睿智。

還有很重要的，就是好鬪的天性，常和怒的情緒並行。這種是不像恐懼的情緒那麼普通，不是人人所具有的，大概男人所有的比女人強些。

當我們怒的時候怎樣表示出和野獸的關係。在下等動物中，我們常見這種天性和情緒，發現於雌性當她衛護幼子的時候。當這個時候，動物有非常的強力，人已經知道了有數世紀了。

任何人皆知道這種的重要，因為保護子女和她種族的前途很有關係；當動物做母體時，就表示出一種新性質，是人所猜度不出的。因為母體具有這樣盛怒的情緒，幼動物纔得以護衛。我們常以為虎是勇敢而可怕的動物，但是達爾文告訴我們說，在印度地方，即使虎也不敢攻擊母象保護的幼象——可是在別的時候，牠去攻擊母象，並不猶豫的。

當我們好鬪的天性和怒的感覺發現時，對於下等動物，常常表示出顯著的關係來。我們有時很容易舉起

上唇，和侮慢或瞋怒。這個意思，就是露出牙齒預備譏刺人。這種天性，也像其他多數人類的天性，在兒童能表示出純粹的形狀。有些兒童，也沒有人去教導他，忽然張開嘴去咬觸怒他的人，對於陪他父母於困苦的人尤其利害。

我們的感覺和年齡俱進 當我們長大的時候，這些感覺並不消滅，他變更不同的形式，且不僅形式不同，而且增高許多。我們的天性可以和年齡一齊進步。這是人類的大標識。在發達完全的人，怒和好鬪的天性，變成勇敢，強力和堅忍。倘使遇到困難，這些天性能鼓起我們去抵抗而戰勝他。所以這種天性，也得有高和低的

形式。

現在我們要談人類天性中最要緊的，若沒有這種天性，人類就不能逾數小時生活。這就是做父母的的天性。父雖然也有，但母更外強些。我們可以叫她爲母的天性，但是正確的名詞仍是父母的的天性。就我們所知道的，在我們的世界裏，或人類以外的世界，這種情緒是最高貴的，不能再夢想到比牠更高尚的了。

父母愛子之情的起點 這種天性，對於人類比任何動物要重要一點；因爲人類的嬰孩，出世後就沒有幫助，必須具有比任何生物格外常久的愛情和注意不可。這種逼迫母體保護養育他的幼子的天性，在下等動物裏，並不發見，只在高級動物增加強力中看出。

就我們能判別的面論，在世界歷史中，這種天性開始於脊椎動物的魚類；但是蜂怎樣維護小蜂的方法也應當記得。我們不知道蜂的社會是怎樣古遠？但是無論如何，魚類維護他們的卵子，驅逐有害的仇敵，從這一個

時代起，在動物進化史中，子體的保護，格外依賴他父母的感覺和舉動，而子體需要父母的慈愛，很久很久。最後我們達到最高的階級，產生比較少數的幼體，但是他們必定要當心使他們多數要長成。有一個專門家說：「保護和養育幼體，一定是母體的事務，竭盡她的全力，經過艱難困苦和死亡，這種天性，能駕馭一切，比其他的更有強力，甚至能克服恐懼；因為他直接為種族服務，而別種天性只不過為個人服務，這是天所不很注重的。」

猿猴的奇異愛情 倘使我們研究動物中這種高貴的天性，就知道猿猴類——尤其是猿——所表示的是最高度。當作者著書時，曾在動物園裏看見一個比猿較低級的猴，以一隻膀臂圍着她的子猴，自從小猴生出幾個月以來，無論是醒或睡着，沒有一秒鐘肯開歇的。

沒有人疑惑，這種天性是隨慈愛的情緒，一同發生的。我們也能見這種天性於家貓，有時在鳥類也有的。當夏天十六小時的長日天，一對小鳥父和母，不停止的攜帶上千口的食物去喂養他們的嬰兒。惟有這種強力的情感，纔能使他們繼續不斷的工作。現在都承認這種情感是特殊的，而不和其他的混合。這種情感，就是人類為母的，當他衛護無助的嬰兒時所具有的。但是照人類其他天性的情形而言，這也當有各種不同的形式。這種情感的存在和重要，近年來纔為人所承認，倒是一件很可注意的事。過去時代的大思想，曾說人類所經歷良善的感覺，都是由教育得來。從反一方面看，這些感覺存在於我們的天性中，就是感覺的根基。

父母愛子之情對於其兒女的力量 這是確實的，許多野蠻人民，常殺害他們的嬰兒，尤以女孩為多。他們並不是沒有愛子之情，實因殺了嬰孩，可以使生者多得點地位。但是這件事只能在嬰孩落地數小時之內實行，

假如他生活一兩天之後，父母慈愛之情已經喚起，即不復忍心下此毒手了。

父母愛子之情，比兒子孝敬父母的情強得多；而且這種感情是無私心的，既不希望酬報，也不想得到利益。假使說養兒爲的是防老，則爲子女者即應當加倍孝敬父母了。然而不然，子女受父母之恩，雖然深重，而父母因子女之故，竟有終身在困苦顛連之中的。所以父母的慈愛強得多，是根基於天性，沒有這種天性，種族且不能生存。

愛情是各種好行爲的發源。我們看出來從這種天性，再加以愛情，發生許多人類良好的行爲，如寬宏，報恩，憐憫，公正，以及睦鄰等。假使良好的行爲，不是因爲有這些感情做出來的，那麼這種行爲也絕不是真正良好，不過想圖些酬報，避免些責備罷了。好鬪的天性，和他怒的情緒，當別種天性，遇到干涉時，就特別的鼓舞起來。當父母的天性和好鬪的天性連合起來的時候，雖溫和的女性也可以變成兇悍而可怖。愛和怒之間的關係，是非常重要的。

人們看見人們不公平或暴虐的事情，就盛怒起來，這就是那種憐惜無辜人民的感情，和怒與鬪的天性連合起來，做成這種顯耀的盛怒。

兒童喜歡偶人的真意。人類表示出爲父母的天性是很早的，兒童喜歡偶人，就是這種天性的發覺。有些人說偶人是兒童的玩物，兒童愛惜牠和歡喜別種玩物一般，那就完全錯了。人人知道兒童喜歡偶人，就是要得個看護小兒女的機會。這種爲父母的天性，實是兒童生來就有的。一個小女兒的愛惜偶人，雖把真的嬰孩

也不能交換牠的。曾經看見過一個不滿兩歲的小女孩，並不是模仿他人，也知道和一個小嬰接吻，撫弄他的手，並且和他耳語，好像一個母親的舉動一樣。

還有別種較次要的天性，但是我們也要知道牠的重要，並且也要知道每一種天性，有一種特別的感覺和牠並行。這些天性和感覺，就是做成我們行爲的要素。

同情於快樂或憂愁的權力 同情，暗示，模仿這三件事，也是我們的精神中表現出來的。同情的意思，就是和別人同感，譬如一個嬰兒看見別人笑，他也就笑起來；聽見別的兒童哭，他也會哭起來。一副快樂的面孔，使我們也覺得活潑些。聽見別人驚喊的聲音，我們也覺得害怕。別人的動怒，格外使我們容易動怒。我們不要以爲同情永遠是和善的事情，僅僅從溫和的情感發出來。要知道沒有溫和情感的人，也可以受別人憂愁的感化。暗示是一種非常的能力，關於一件事體，用這樣方法，我們可以互相證實，並且有時能勸服人做出各種事情，並沒有真正的理由。兒童中常發現有這種事實，而且小兒童很容易受大人的感化，因爲大人有智識，堅強，能力的外觀。

若有人說頭痛愈了怎樣真會愈的 著作一本關於暗示的書是很容易的，現在已有許多書著成。論到這種暗示，發生在人受了催眠的時候。人在半睡眠的狀態中，聽見別人向他暗示的事，很爲清楚。這是很有用的，譬如一個人得了頭痛的病已經幾個月，可以受能負責任的人催眠，由施術的人告訴他說，頭痛已經好了，不會再來了。這就是暗示的能力，真能發生正常的效驗。

模仿也是我們精神中的一件大事，我們雖然也生活在人類當中表現出許多事實和行爲。我們在各種時代——古代尤著，看出來這一件事應當記着。人所以是有理性的動物，就是他絕不做一件不合理的事情的意思。

人生和國家

然我們若返觀思想史，便知思想史我們就承認人類是照亞里斯多德 Aristotle 所說的，是一個合羣的動物 *A social animal*，『無人能獨自生存，亦無人能獨自死滅』“None of us liveth to himself, and no man dieth to himself.” 我們都是一羣中的一分子。沒有人知道一個離羣獨處的人類，究竟是怎麼的樣子，因為理由最充足的原因是：世上絕不能有一個離羣獨生的人類。各人都是一羣中的一部分。

惟是現在沒人可以相信，說從前有個已有了人的時代，而沒有一個各人組成的國家；我們都表同情於亞里斯多德氏的主張，相信他所持的理論是真確合理，並且我們的合羣是出於我們真正的自然性。人類的祖先，必定已經是合羣的，並且人在最初時代，早已是聚族而居的了。

其顯著的效果，人時常會把他忘記的，就是：沒人知道一個伶仃孤獨的人類，不受其他人類的感應，是會成一個甚麼情形。這個非但我們不知，並且我們決不能直接可以知道。我們受這麼的支配，所以絕不能有個完全和人類勢力相分離的人，可以生存於世上。

我們進入世界是無援助的——我們的保護和照料自身的能力，比任何動物或植物等都要少些——並且我們居留於無援助的時期，比任何動物都要長久些。我們從入世的第一小時，即仰仗別人，我們從我們在搖籃時候起，直到入墓門為止，都受別人的支配的，所以我們各個人有幾成是社會上的產物，恰如一輛汽車，一本書籍那樣。我們的造就，半由於我們外圍的人，並且差不多沒有人類無這樣的支配而可以長成的，所以若想一個人沒有別人，便怎樣怎樣的話是無價值的。因為世上不能有這麼一個人。

但我們却知道有些兒童們，在他們只有幾歲的時候，即遭流離，以致他們生活於曠野荒林的裏邊。等到他們長大成人的時候，我們覺得這種人已變成『少人性』的了。他們在最幼稚未流離的那數年內，也許看見過『人類交際』或絕未見過，但自散失到荒林之後，當然要失却了這種人人需要的人類交際了。這類人只可歸入白癡一類的人。白癡 Idiot 一詞，出源於希臘文，其意義是說一個獨自生存與世人無關涉的人，或照納斯欽 Ruskin 所加的解釋，說是一個全然以他自身關係而營謀自己生存的人。

倘若我們將一個業已長成的，健康的，神清和智慧的人，使他完全和一切人類的同伴隔絕，則他將必失却理想，而變為一個少人性的人。離羣獨居的人，即變成為渾噩的人了。凡此種種，無論如何總可證明這是世界上的一個最重要的問題。就是我們都是一羣中的一分子。

一個國家像一個生物體的大真理 我們講到這裏，却又要回溯到亞里斯多德了，並且更要追述到他的業師，柏拉圖 Plato 氏，因為有我們必需研究的第二個大真理在——這個真理是直接繼續我們上面的真理的。

這真理就是一個國家，並不單是一羣人民，好像一堆磚石，或者一團散沙那樣的集合便可成的，却是一個固結的團體——正如一堆的磚石，被人將他們築成爲一所居宇之後，變爲一個堅牢固結的團體那樣。

倘若各個人，在一方面是其他各個人的產物，而在他的那方面，由直接和間接的支配別人，幫助產出他們，我們就得知這確是不错的。所以我們有許多辭句，用來表述這個意義說：『國家是像一個巨大的生物』的概念。我們稱國家叫『政治的團體』The body politic，或者稱牠叫『羣衆的有機體』Social organism，並且有時將國家當作一個高貴的婦女——例如哥倫比亞 Columbia。將國家和一個生體相比較，是個很有價值的事。

譬如原子 Atom 雖然是一個個體，但是牠都由若干所謂電子 Electrons 的所成，並且只在近今，我們纔得明白原子，只因爲能解決關於原子的各種事實，全在乎造成原子的電子的本性。

更進一步說，我們知道生體雖然是一個個體，但是都由所謂細胞構成成功，而這些細胞是自行生活的；並且我們自從開始研究造成生體的細胞的本性，纔得明白生體的情形。

我們的本身怎樣助我們明白一個國家的生命 由上所述，所以我們也可以假定，國家是一個生物體，但我們若不明白那些組成國家的人的本性，我們便不能真正明白一個國家的生命是怎樣。這就是制馭一切思想的大關鍵，這並非政客的議論，乃是真正的思想。我們從前所以要很細心研究我們自身的生命，身體，和精神，俾得進而研究我們各人都是國家之一分子就是這個緣故。

我們講到這裏，試更再細心考究一個人和那許多個人所組成的國家間的奇特比較。

我們研究生命的歷史時，我們便知各生物，在最初的時候，只由一個細胞所造成；其後有幾個全然相類的細胞聚在一起，做成一個較大的物體；再後由多少的細胞結合，到末了聚集成億萬萬的細胞，這些億萬萬的細胞彼此互有差異。由這個差異，然後有進化的可能性，若干細胞做這種事情，其他細胞做其他的事情。在國家也確是這樣的，不過人們知道國家的情形，比知道生體的情形早得多。國家的這種情形，我們稱牠叫「分工」The division of labour。

若沒有分工則人和國家都不能生存 這項分工，不單是說：有若干量的水，要由一個地方運到別處去，將所有的工，恰好的分給十個人去做，他們各人提個水桶，來來去去把那些水陸續搬運去的意思。其意思是：譬如有一個人種植膠皮樹，另一個人便把所產的樹膠製成膠皮管；又譬如有一個人從地中採生鐵，而另一個人將牠製成器具；所以由這種的分工，一切事業，比一般人都同着造一件事要容易成功得多。於是有個法國的大人物，當研究身體的生活的時候，他就發見這種分工見於人身上，恰似政治團體的國家所做的一般；所以他稱之為「生理學分工」The physiological division of labour，此後這個名稱通行於世界。

現在我們由這關鍵，可以明白許多事件了。一個國家所賴以生存的，恰似人身所賴以生存的一樣；國家要人來指導，而指導國家的人，則和腦的神經細胞相符合。國家需要能够替國家製造特種物具的人，那些製造家則和身體的腺細胞相似。國家要有些人像兵士，清道夫，醫師，看護生等，以防禦國內國外的敵人；而身體的防衛

者是血液中的白血球，這種白血球能够殺滅微生物，又能把體中的廢物由氣道排除出去，並且運送藥物和食料到身體中會受傷害的部分。這奇妙的比較是無限的，但必需再進而研究較深的意義。

身體若沒有分工就不能存在；並且身體裏邊，若非有各種不同的細胞，則分工的作業，不能繼續進行。一個神經細胞，不能做一個赤血球的工作，一個赤血球也不能做神經細胞的工作；又肌細胞所做的工作，也不是赤血球或神經細胞所能做的。

我們須知，上述的這種情形，和一個國家的情形是一樣確切的。若身體的細胞，譬如說生長一律，那麼身體就決不能成爲身體；又假使一般人都完全一樣，那些人也決不能組織成一個國家。

人民之不同是國家之幸福 幸而一般人都生成多少的差異；我們各人的容貌全不相同，現在纔明白容貌的不同是關係於我們各人內部的差異。這是確切無疑的，也許是應該的，因爲我們各人若是生成同等，那麼我們各人就應該有同等的機會，但若設想各人天然是生成同等，那是再沒有那麼不確的了，若要說各人天然是生成同等，還不如假定各人天然是生成一樣。

但我們生成得都不相同的，並且若論等第 *Equality*，天然是生成在很不同的平面上。但這是必需的，並且應當的。若一個人有偉大力量和毅力，而無才智，那麼，我們決不能說他是和一個大思想家相等。但那大思想家許是很單弱很柔懦人。他們彼此間能够相互幫助。從前馬卡斯奧利略帝 *Emperor Marcus Aurelius* 嘗說，我們不可厭惡或蔑視那些異於我們的人，却應當說：『宇宙也有需他們的必要。』在近代的方法說起來，

就是：『須有各種人，纔能成就一世界。』自然，把各種細胞造成人體，把各種人組成一國家，同樣理由。任何國家，所最必要的就是望這些真理實現。我們須知道，我們的特殊本性，和我們所做的特殊事業，看起來我們大家都互相倚賴的。

必須永遠持續的最初和最大的分工。若干年代以前，那些野蠻未開化的民族，雖然也常有分工的方法，但沒有現今所見的那麼相近似。世上最初而最大和最永久的分工，就是男女間的責任，這種分工是比有人類還早，並且必定是永久持續的。

此外在老人和少年間，敏巧者和健強者間，以及冒險家和家居者間，也有一定的分工。但一個低級的動物，和一個高級動物間的區別，就在乎那較高級動物的分工較大，國家的情形也正像這樣，所以我們知道：一個上等國，若無繼長增高的分工，必不能存在的。

人們進而為專門家的，逐漸增多，正像五六種不相同的白血球是專家一樣，聚集一切白血球和其他血球相比較，那些白血球就是專家；若一切血球和身體內其他物質相比較，那些血球也就是專家。這類分工——或專家的造就——實在是一個很大的事業。

我們人人都知，那個著名的舊語談說：身體的各部分，都以為胃並不工作而享有一切食品，相約起革命。自然，我們以為胃是身上最愚蠢無用的物。

倘若人身各部分果起爭端便怎樣。人身各部嫌胃不工作而起爭端，其對於身體的害處，恰和胃起革命，並

說將牠所收受的食料等一概存起，而不使身體其餘部分，得有養料的供給是一樣的。胃不消化，那麼身體的其餘部分就感受饑餓的痛苦。那就好比國中的富戶，把金錢攔住，把持住，而不使用之於其餘的人民一樣。由此我們可知身體的一部分和別部分，一種細胞與別種細胞不應該相仇視的。『一所房屋，內部自行拆卸，就不能存立。』醫士知道：完全的健康就是完全的調和。那個意思就是說：身體的各部分，像一具奇異機械的各部分，是供其餘各部的使用，而且也得其餘各部的扶助的。因為他自己的工作時，應和其他部分有良好的調和作

用。

孤立的人是國家之敵 由此我們知道，若是一個人孤立於國家的一部分，來和別部分相對的，乃是國家之敵——當然除非是別派先有害他的行爲。一個羣衆的團體，若任令教派和教派爭，階級和階級爭，或學校和學校爭，這必是那團體的禍害。

茫茫世界，那一線曙光只能爲那些先覺者的眼——忠誠和希望的眼光——所看見，人然後知道，所有適合於一國家的，也都適合於我們稱爲人類的國家的全體。人纔知道例如身體上部分和部分間起爭執，是傷身或戕身的，例如罷工或勞資間的爭鬪，階級和階級相爭等等，都有傷於羣衆的團體，所以國與國間的戰爭，是有害於我們所謂人道的最有力的團體的。但這是無需研究的，惟有希望那些政客，軍人和教會，拋棄他們爲私的戰爭，但只注意於他們所承認執役服務的團體罷了。

我們現在業經了解文化和人類的進步，是根於人類的差別 Human variety 了。因爲這個有可驚駭

的意義，所以現代的教育，實施上不授一切兒童以同樣的教育，而必代以經測驗出來是各個兒童所最相宜的教育，然後分別行他們的個性教育。

爲甚麼各個兒童須授以他所最宜的教育 從前的教育那麼失敗的大原因，不單是因爲我們通常完全把他們誤入歧途，並且因爲我們以爲僅要仿效造幣廠，用模型鑄貨幣的那種方法，將一般兒童授以同樣的教育，便可得同樣的效果。但雖祇兩兒童間，就許彼此有不同的個性，和那神經細胞和紅血球間的差異，無甚分別，我們若是授那兩個兒童以同樣教育，雖然我們怎樣的方便和怎樣的願意，但不能使他們兩人都覺最適宜，那是容易明白的。將來教育，最有效力的革新——就是一種可以助成人所夢想的新天地的革新——是靠我們實見各個兒童各有差異的個性，而對於兒童和人類所最適宜的，是尋出那兒童所最宜的教育，然後施行那一種教育。不單是這樣，將來盡力發展兒童的特殊個性，使到一個完備的境界，差不多就是我們對於自身和社會的責任。

因爲人既是人類，當然有若干各個人類應該知道和應該能做的事物，給人知道給人來做。各人都應能讀書，能寫文字，因爲我們都是社會的產物，也是彼此間的培植者和製造者，讀書寫字兩件事，就是使彼此間相感應的大工具，由讀與寫，然後那些先民的智慧纔能有益於我們，並且倘若我們有若干才智，由讀和寫，然後能垂諸永世，使後於我們很久的人，享受益處，並且做模範。

國家的力量怎樣靠青年的生命 但是至於所有兒童學讀書的時候，應該讀同一類的書籍，那是另一個問題。一個人嗜愛科學，另一個人愛研詩學，還有一個人愛習數學，又一個人僅願讀應用的書籍，而他愛研究宇宙

表面的情形——就是天空和地土。若一個人已可成爲一個大農業家，他心志只注意於陽光、肥料、水利和氣候，栽植食物，以供他自身和他的國家，假使邀他擔任文牘的任務，試問結果應該是怎麼樣？但這個又是一個大問題，要許多卷書纔能講得清楚的。

我們試想到一個國家，便知有個比一切其他更爲重要的事情。就是所有造成這個生體——卽國家——的人民，雖是會死的，但國家的生命，卻是永久的存在無盡期的。這是導我們到那億萬人所仍然沒有一個真正明白的正對我們的大道理上，這真理就是國家的命運，是靠國家的兒童時代和遺父母的時代——換句話說，一個國家的命運，是靠那國家建立的時期，和培植人民的時期。國家根基，一部分由於所產生的青年的數目，一部分由於那些青年的品性，一部分又是由於青年的培養。這大道理的部分，業已完全顯著，並且已經使用於各處。

約克所有的房屋

我們曾將身體各部，和他們的官能分別臚舉了。現在我們要把身體，當做一個『個體』來討論牠。這個想入非非的比擬，可以幫助我們把一切所曾學過的更加明白。這個約克的房屋——一所『不是人手建築的房屋』，是全世界最重要，最奇異，最複雜，和最神妙的東西。牠是非常重要，因爲一切男子和女子的思想部分，除這樣的房屋外，決不能存在於任何地方；牠所以奇異的，是因那房屋每日能做盈千的外界所不能做的事；最複雜的，是因造成這房屋的微渺細胞，其複雜卻像一個大城市；最神妙的，是因爲約克棲息其中，生長於全然不

能見的天地，而能爲其他類似於此的父母。故此我們必需試來考究這房屋是什麼，他所做的是什麼，以及他是從什麼地方來的。

普通房屋，除最單簡的外，都是建築爲若干層的，而約克所有的房屋，也是這樣。房屋的本身，通常稱做約克的軀幹和頭顱，簡單分爲三層，而位置於兩根活動的支柱上，所以約克能够行動，並且他有兩條臂膀，行動時，他藉這兩臂膀可以助他自身做他所欲做的事。這四肢是很重要的，因爲約克的房屋，時常會受損耗，要新鮮的物質來維持，且若近處沒有這些物質，他必需能行去尋覓。

所以我們的要務，確須是要將連同那些造成約克房屋的三層，研究得明白了解。

但在我們研究那三層之前，我們必需考察那房屋的外壁和內壁。那外壁是由皮膚所造成，這些皮膚是到處可以找到的——口或鼻腔的內面例外。這層壁可由許多方面觀察。房屋的髹漆，是絕不需要的，因爲該壁不絕的由內部使外面重新，且約克所做的一切工作，足以每日使該壁外面的塵屑洗去。因約克房屋是時常運動不息——因爲無論在醒時或睡時都需呼吸——所以其外壁需有彈性。而牠是有彈性的，那外壁的彈性，是再沒有見過那麼完備。但約克的房屋確有數百種的容顏，那些容顏可以使那些人有用人工仿造他們的幸運。約克房屋的外壁，當然是要有不透水的需要。而約克房屋的外壁，就是不透水；那些牆壁決不會使雨水透進，但可以隨約克的意，完全浸入水中，無論想浸幾久都是可以的，却並無點水可以從牆壁滲進。

但這個是一般更要注意的要點，因爲約克用他的房屋的外壁，不單是當作牆壁和防水物，而且當作是他很

完備很複雜的排水裝置的部分。若說他的房屋要受水浸入，那是難說的，因為房屋所含的水，差不多確是佔他所有物質的四分之三。普通良好的屋宇，必定有一有效的排水裝置，在約克房屋中，因水的功用有不同，所以見水能從幾處排泄。約克用他的防水物的牆壁，每日排出若干已用過的水，那是個特別有趣的事體。

約克又用他的牆壁，當作保持房屋溫暖的工具，無論日夜，無論冬夏溫度都是均等的——約克用他的牆壁擔任這種奇異的職務，沒有一個人能夠解釋出來。可是這牆壁依他的適宜起見，排去若干分量的溫度。又凡

這壁面各部分，都布滿了無數的斥候，這些斥候叫做『神經末梢』。內壁大半是骨，且由一種良好的裝置——約克房屋內面各室的壁，彼此都互相聯接的——所以這房屋可以隨時隨意變化形狀，就使全體運動也可以的。

這種運動，是由約克的數百個沿壁的侍役所主持，一面支持着外壁，一面支持着內壁，依着約克的意思，使他們向前後推動。然而約克是信仰經濟學的，他有個堪以注意的裝置，又使那些侍役擔負發溫的職務。

和這理相同，約克單用他的內壁當作牆壁用，還不滿意，所以要那些內壁中空，並且內壁裏面，恆能造成了億萬億的細小侍役和警士，就是血液的赤血球和白血球。

在約克房屋的底層內的勞工 現在我們可以開始研究約克房屋有的三層屋子了。這三層是底層，中層和頂層，或稱瞭望台；這些部分通稱爲腹部，胸部，和頭部。一條狗或一匹馬也各有他們的奇異房屋，那些房屋也有很多情形，和約克所有的相像，但動物房屋的三部分，是一部在一部的前面，不是一層高似一層的。約克房屋是築成一個所謂『直立式』，這個體式可以使他利用頂層或頭部當作瞭望台，視察一切，那是遠勝於任何動物

的房屋。

約克房屋的底層，依我們所信，是最不引人注意的部分，却牠是三層中最大的部分，並且這房屋決不能夠沒有了牠的。這部分的首要任務，是將所收受的食物，或燃料收儲，和分解，並將他們送去燃燒，使約克的房屋得以保持溫暖，並且因此，他身上所有的各種機械和抽水機就藉此可以運動。這運動是一種不可有休息日的工務，因為約克的抽水機和機械的運動通常在晚間稍似半速度，但約克居留在此的任何長久期間內，決不能許他們停息不動的，若是運動停息，那麼這所房屋立即就要潰爛。故此我們就可知道這房屋的採取煤斤或燃料和料理這房屋等的全部任務，是很重要的。約克每次添加燃料，不能屯積過多，但他能常受一種稱為脂肪的供給屯放脂肪的一處適宜地方，是房屋底層前壁的裏面。

怎樣使新鮮空氣通過這所房屋

約克房屋的中層，大部分主由通氣裝置所組成。尋常的房屋，有通氣的，或有不通氣的，且用此種觀念而特行建築的很少很少；但約克的房屋，若是不通氣，那就要『全體瓦解』而不能居住了，於此，我們見他的中層，實被左右兩肺所充滿，這兩肺將體外的新鮮空氣吸入，而排出那些已經腐敗的空氣，又藉中央的大抽機，即心臟，將新鮮空氣，利用一種滿布於屋內各處的管系，所謂血管的，遍輸到房屋的全部。肺簡直是抽氣機或風箱，而心就像我們已經說過的，是個抽水機。抽氣機的本義，是用某種東西，使他們擴張，然後空氣得以衝進他們的裏面。約克房屋的抽氣機，是由緊靠撐持牆壁的肋骨 Ribs 的肌肉使他們擴張，所以約克每次呼吸的時候，約克房屋的這部分就那麼擴大。中央的抽水機，或心臟，是一個真正的抽水機，就是一副

具有四枚完好活塞的抽水裝置。

侍役升降機以及守衛者 人身的血液，是非常不可思議的東西，我們不能以世界上的任何物件和牠比擬。血是一個完備的通氣系統，帶進新鮮空氣，並攜出污濁空氣，是一種完備的自來水；他又兼有侍役和升降機的全部任務，將食料輸送到全房屋的各部分；而血液又是一個排穢的機關，將各室的渣滓和廢物排洩出去；又是一個日夜梭巡的守衛者，常稽查盜賊，例如，肺癆病細菌，這種細菌最易由通氣窗，有時也有由這房屋的前門竄入的；血也是一個化學用品店，貯有很多數的消毒藥劑。

居於頂層的勤勞巡卒 最後我們講到約克所住的頂層了。這部分因是主人翁所居處的住室，所以位於

最高的一層，當然造有極完備的設備，以使一切所需要的東西輸送到這一部分，倘若我們將手指按在約克頸項的任何一側，即覺着那時常把食料，飲料，空氣，以及其他等等輸送給約克使用的左右兩大動脈。在晚上約克覺得他的一般執役的人，休息的最良好方法——雖然他們決非完全休息——是將他的房屋平放在他的一邊，或者用背面來平放——然這個法子不是很好的。頂層，備有各種窗戶以及巡卒，尤顯著的就是眼——這些視官較那皮膚內的巡卒所能視察的更遠——天然的位置在瞭望台上。其他的巡卒是耳，鼻——鼻也是一個做通氣用的精美濾器——和舌，舌又是大廳內的堂役，他就近把那些從前門輸入的一切食物，分別詳細檢驗。

約克的電話機 各巡卒像那些在房屋外壁裏各處所見的，各有一完美的電話機和約克的書室互相聯接。以便立時施發那些依據他們的報告而訓示的命令。

約克自身居住於書室內，這書室就在他的腦的頂部內——電話交通處（接線處）就在那個地方——而約克則位於各窗戶和巡卒的後面。約克的腦，就是所謂神經系的最高部分（或頂層）的本身，這個神經系，大致是電鈴、電池、傳聲器、電信和電話用線等的裝置。這種裝置是通達到各處的，不過可奇的是牠也像約克房屋的，自身由三層所成，或者我們可以說，神經系有三個接線處，一個高似一個的。

腦的頂層，是最高的接線處，並且也是其餘兩處的主人，約克就住在那個地方。但其餘兩個接線處也是很重要的，並且最下的接線處，雖說他上面的那兩個接線處，在若干限度內是他的主人翁，然也完全負有約克房屋的最重要任務，有時雖是約克自身，也有一會兒不肯聽命的。這最下的接線處，也是約克房屋歷史上最舊的部分，倘有任何敵人——例如細菌、酒精，以及因過勞而生的毒素等——竄入房屋裏面時，也易起障礙。最下的接線處管理約克房屋中層的抽氣機和抽水機，牠的重要是因為若沒有這兩種機械的不息的工作，那約克的房屋立即有不能居住的事實。假若這接線處——基於一個微小地方，叫做「延髓」的——受了意外的傷害，那麼約克房屋的通氣機能立即停止，而這房屋的全體結構就要傾覆，約克自身就像醫生所謂「窒息死」(Died of asphyxia)了。

約克房屋的大申告辦事處——約克神經系的中層接線處，位於腦底，和收受那從皮膚裏的巡卒，以及從駐守在頂層裏的重要巡卒的申告很有大關係的。這些申告的到達，並不有各種完備的形式，但只零星碎片的罷了，因為各巡卒只能將他各人所知的分別陸續報告的緣故。這就是中層接線處的責任，將所有收到的零星申告

彙齊，纔成他們的感覺。

接線處因得已往的申告的協助，纔能把零碎的通知彙齊，所以中層接線處是一所大的申告辦事處，該處不僅接收和彙集那些陸續送來的報告，而且把他既有的報告與新接收的報告兩相比較；並且等到那些報告已經彙齊，已經改正和解釋以後，然後由他自身所有的電線，或神經，將那些報告上呈到頂層。

約克的書室，他的專門名詞是「新腦外膜」[Neopallium] 或「新腦衣」[New mantle]，是一種灰色的腦褶縐，展布於腦頂層的全面，這是自有生人類史後的新發見，或者說在最早發生的動物，無論怎樣是不曾聽見有的，在世界上以人類為最先有這種的動物。這種腦褶縐就是約克的價值，而且是這所奇異房屋的最最奇異的部分。這是從好幾億萬的神精細胞所組成，就是一種電池與接線架的裝置。從各神經細胞，到各神經細胞間，都有神經（等於電線）交通，且這些細胞間，和這些細胞與較下層接線處間，也有這些電線相聯通的。

約克的奇異房屋怎樣重修。約克房屋的建築法，雖可有無窮的研究，但我們現在對於這無可比擬的房屋所做的導言，實覺沒有再多的了。這房屋時時刻刻都會消耗去的；倘若果然如此，那也就是無用了。所以這房屋若是存在，那麼他必需自行修補；他就是如此做法，每日將約克食料的一定部分，製成牠的物質，而將其餘的食料，供溫暖器和運動牆壁的機械用的燃料。人造的任何物件，決沒有這種能力的，這能力由生物將牠表現，並且那也就是生物所有生命的特徵。

最可注意的是，約克留有一大羣的化學家，在他屋內不絕的工作，將堂役所收受的未經製煉的生物質，製成

建造約克房屋特種材料。這些化學家，遠勝於各處著名的化學家。他們能將很簡單的物質，變化為複雜的物質，並且他們製煉物質的時候，並無甚麼聲響也無炸裂，也無高度的溫度，並且也無多大的損失和消耗。更有很堪注意的是約克房屋裏面所有的發溫器，即肉，能在約克房屋內的溫度燃燒燃料——像糖等，然在約克房屋的外界，像那樣的溫度，無論怎樣，決不能使糖質燃燒的。

無人能製造的奇特機械 不特如此，無論什麼地方所有的機器，再也沒有比得約克各處所有的肌肉那麼靈敏。機器師的大任務，是製成一具機器，這具機器能把牠所消耗的燃料，儘量用於有效的工程上。若是一架機器，能將所耗燃料的百分之十或百分之十五，化用於有效的工程上，這具機器就稱為高度效能和經濟的了。其餘的那大部分，都是消耗於無用的地方的。但約克的肌肉，非但能將他們燃料的高度比例，轉成力量比任何人力能造的機器強，並且他們能將燃料所餘的全部變為溫度，使約克的房屋得以溫暖。所以牠簡直全然無消費的；而這些機器，無需注意那些時刻修理機器的繁鎖事件，永遠能運動其他部分——猶如一個人能將一條鋼條通過一架汽車，由這條鋼條可以使汽車沿途駛行的效用一樣。

但尚有最細微的事曾經說過的。約克當年是個嬰兒，他的房屋就是一個嬰兒的房屋。但他長成爲約克的房屋，他依然不絕的長大。我們試想，若有所房屋，能够自己修理來維持屋的自身，已經是奇極了，何況一間小的廬舍，又能長成爲一幢巨大的府第呢？其實是和約克房屋相等的那麼一所房屋，就是在神話裏面也是找不着的。他是一所超過一切知識界和一切想像界的魔屋，不單因爲牠建築上可驚的複雜，和牠物質的唯一特

中室的異奇他在克約



少年百科全書 第八類 生命現象下冊 約克所有的房屋

二百二十六

約克的书是在房屋頂層和各處都有電報電話互相連接約克居住間便可施以一行號令

性，也不單因為他感覺力，行為和思想力的特殊能力，而且兼及他的可驚異的歷史。

上帝所居住的聖室 我們尚未嘗想念及一切中最莊嚴神聖的物件，那就是說：約克的房屋也是上帝的房

屋。聖保羅 St. Paul 說：『什麼！你不知你的身體是聖神所降臨的廟堂麼？』

所以約克的房屋是一個神聖的地方要小心保護的，要使他清潔無污，純潔無滓的，並且要保全心譽的，因為他是上帝所居留的地方。那些人，他們記念着這個莊嚴神聖的真理，那麼對待他們的身體，有小心的信仰，廢除那些傷害身體，或者使他們不名譽的惡習慣，並且要保護別人的身體了。

下赤道到廚室時必經的大甬道

我們知道，因約克的房屋是常時在燃燒中，這房屋有幾具爐灶是日夜在那裏不息的工作，所以約克要燃料的供給，來補償所受的損失了；我們又知這房屋裏邊，各室都是寸金地，並且照例牠只能儲積很少分量的燃料，所以屢屢需要新鮮供給——他每日真要三四次之多。又我們知道，約克房屋是架於兩支木（即大腿）上面的，並且備有兩條手臂，所以牠能週圍走動，能幫助他的自身。

約克的房屋，雖然是那麼雄偉輝煌，但牠只有一個前門，來容納輸進的各物品。前門那個地方，自然是流通空氣的大要道，但前門並不會計算燃料的用途。那些例如油質的燃料，能由外壁擠進約克房屋內，確是危險的情境，但通常約克所需的燃料都是由前門接收，而由堂役檢驗。

灶 爐 大 的 中 廚 克 約



少年百科全書 第八類 生命現象下冊 下赤道到廚室時必經的大甬道

二百二十八

約克的堂役，理好食物，就由赤道送到爐灶。第一個爐灶是胃，生有很多腺，腺裏面住着幾百萬的化學師，能夠輸出多量液體，以助烹煮或消化。然後送入腸上段，長而環形的爐灶裏去。此處有幾萬小指，攝取食物中的精華，送入血液，造成白血球，以護全身所遇的傷害。

審定約克房屋所許放進的物質，這個責任當然是重大的。世界上有很多很多的物質，只要有那些物質的一點一滴，一顆一粒，就足以毀壞約克的房屋，到不能重修回復牠原狀的境界。通常堂役和佈有叫做神經末梢 *Nerve ends* 的纖細巡卒的前門自身，是很明敏於辨認那般危險的物品，無論那些危險物類是塊石，或碎木，或其他等等，都很容易塞在約克的中央大甬道內的；他們對待那些不嗜愛的任何物質，有個敏使有效的方法，因為那時，約克廳堂的牆壁也加在一起，他們只要對着那不嗜愛的物質，噴一口氣，堂役一舉手之勞，前門又緩緩的向外開啓，那麼約克就把那非他所嗜的惡劣物質吐出去了。

約克當然要叫他的堂役做很多職務，那最可寶貴的侍役，因為操勞過度的關係，應當現出慘淡色的表徵了，但通例，這個侍役是整潔並且有血色的，並且他替他主人服務愈多，他的自身愈加健旺。因他有他的嗜好，且時常受嗜好的引誘，所以他就把不相干的東西，輸入到約克的屋內。

他的規例是利用我們所稱的味覺，來嘗試各塊固有的燃料，並且他嘗過以後，若是他嗜愛那種物質的味道，他就在他上面加一層光滑的物質，以助那種東西前進。普通說來，那規則：凡物質堂役所愛嘗的，就有益於約克，若堂役所不愛嘗的，和不收納的，便是有害於約克的物質。

堂役的助手 堂役所收納的燃料，完全能够適用的很少，所以那廳堂實是約克廚室的一部分。這種燃料的本名就是食物，而且所有一般食物都要烹煮過的。有些人以為我們食未經烹飪的食物是錯的。其實所有食品，無論已經烹調的和未烹煮的，都要放到約克的廚室內重加烹飪過的；並且這烹飪的事業，有幾分是約克房



約克的
堂役驗
了燃料
之後，便
由切的
磨的前
來幫助，
然後就
送到赤
道底下
的爐灶
裏，餵食
物了。

屋的要務，恰如在大多數房屋內的情形一樣。

譬如，約克是很幼稚的時候，在廳堂內差不多有二十個助手，等到他長大成人，就多至有三十二個，這些助手完全是貢獻他們自身，在約克所食的菜蔬等物的沿着著名的「赤道」Red Lane 到廚室之前，將那些食物切斷，壓碎和混和在一起，這個用來烹飪的廚室，實是一個巨大的生活性爐灶。這些在廳堂的助手是很有價值的，倘若他們是病倒和身亡了，約克決不能再得那麼好的助手。

廳堂的保護 保護這些可貴助手的良好的方法是：給他們充分正當應做的業務去做，倘若起初就是那麼辦法，他們毋論怎樣，總該是很少變壞的。那個方法也是保護一般主僕的最好方法。

假使約克有個失策，隨便收容東西到廳堂內，那是他對於廳堂太輕視了。堂役若盡他的職守，那麼遇有細微食物或砂屑等塞入司切廚役的中間時，很易使起騷擾的；但不過自從約克改變他的習慣，開始服食那些調製過的和半烹調過的食物，以代往昔的生食後，那麼就不能否認他的廳堂，是疏忽像那些大府第的廳堂所應行的清潔了。我

們應當記着：這個廳堂也是一具爐灶，所以食物一部在牠裏面，經由稱爲唾腺所產生的唾液煮熟。

但是無論何處，凡切挫烹煮的時候，決不能沒有渣滓、廢料，和若干分量的污穢的；而堂役做各種艱難的清潔職務，又非所宜。所以倘若要使廳堂內保持清潔，以及若不使那些留在廳堂內的渣滓和廢等物，堆在約克房屋內，和機器的齒輪要轉動得照常，那麼必須由約克把那些廢穢物質掃除。質言之，就是約克必須擦刷他的牙齒；並且在做一切事務之先，他必先刷牙漱口，晚上關閉廳堂以前，要使他廳堂十分整潔。

有紅色牆壁的房間 設若我們縮成極小，跟隨那些已製的燃料走行，先落到約克房屋內的「赤道」——設若我們能看見，這時候有約克房屋第一層的地板壁環繞我們——再落到第二層底的胃內。胃是一個最奇特的房間，有淡紅的牆壁，而完全無呼吸的空間。胃實際是一個生活的爐灶，爐灶的大小，由於牠的內容而定，因此牆壁時常擠近一起的。胃是 具居有化學師的爐灶，這些化學師從胃的牆壁注出一種奇妙的液體，把胃內容物烹飪；並且當他們如此做法的時候，爐灶的牆壁就前後擠動，將一切物質攪和，使不致燃着或太焦。

但有三件事分明要記着的。倘若切細潤澤，和初次的烹調，在廳堂裏未經適宜的處理；反之，若約克把食物團團吞下，那還不如不喫的好。有時那爐灶，即胃，竟把團團吞下的食物，完全退回出來，這個雖然是不樂意的，但通例在這樣情形時，還算最好的方法。簡言之，爐灶便起障礙了。並且假使我們能夠看牠的內面，看來很像堂役是在那裏自尋娛樂，未曾替他的主人竭盡義務那麼樣。

第二點就是：這個爐灶並不是用來烹飪各種脂肪或油質的——雖然牠是時常試做。牠將油質攪合——

這些油質是藉約克所保持的適宜溫度，將一切所收受的脂肪溶解而變爲約克房屋內的油質——並且將油質前後滾動，在壁裏的化學師便把各種物質傾注其上，但這約克的主要爐灶內不能烹煮任何油質的。

奇異的爐灶 第三點是恰因這個鍋爐並不是一個磨機，所以牠在約克的廳堂內，不能做磨機的工作，牠也不是個羅篩或者一具濾器。牠的責任只是烹調，並無別樣的職務。倘若那些放進的物質是太不相宜，也許就把他們退回——就是嘔吐——若那些物質是合置的，許就把那些物質送向前方；但我們若以爲那些物質滲過爐灶壁的，那就錯了。在這期間中，實在沒有食物可以進入血液裏的。因爲這具奇異的爐灶，不能將食物烹飪或消化到可以進入血液那麼一個的程度。

在食物準備進入血液之前，還有許多別的事情要經過的。胃部只施行烹飪或消化的第二步——第一步業經開始於口中。在那個時候，卻是磨機的壓榨部分的工作——第三步和末次則施行於腸內，這腸臟是長而環形的甬道，即是由那主要的爐灶或胃所延長的部分。

胃部雖可省免不用，但牠却有很大的功用。牠是約克的各爐灶中最大的爐灶，並且因有巨大的容積，所以很合宜很適用的，因爲牠能使約克在一時取大量的燃料供給，然後約克在其他時間內，能做別的事件。胃備有一具適用的爐灶其中食料的澱粉質一部分已由口中勻和的唾液所烹飪或發酵 *Fermented*。食物在胃中經二十分時至半小時以後，這種調製烹飪的進行就行停止，而那最奇異爐灶的奇異壁——就是時時攪動食物的胃壁——注出一種通常所謂「胃液」的液體，這胃液是適於烹飪或釀那些最重要的食料，所謂蛋白質的。

胃壁中的化學家 不同成分的胃液是由胃的不同部分泌出。這爐灶從頭至尾，排列有微細的腺，或稱他們做化驗室，在這些化驗室的化學家就是細胞，他們把烹飪上所需要的材料製造出來。這些化驗室的某一種，是頗著稱的，因為那種化驗室製成一種酸，叫做鹽酸，是極著名的。

這種酸質，是由血液中常見的食鹽所製成，原來這種鹽酸是約克生命上所必需的，倘若有個化學家，並非約克胃中的化學家，想要由食鹽製成鹽酸，他必需要用強有力的方法來分解這很牢固化合物的食鹽；但這些棲息在約克胃內的纖小化學家，却能毫不費力的把食鹽製成鹽酸，那是很奇怪的；究竟這些化學家怎樣把牠製成，却是沒有一個人能夠講得出。

冀圖侵襲進去的敵人 關於這種酸類的另一有趣的事件，是完全和牠烹飪或消化約克的食物功用不相關，這種酸是約克房屋內的竊賊的敵人，因為這鹽酸是一種防腐劑 *Antiseptic*，有殺細菌或微生物的功能。這些細菌或微生物是微細的生物，却是約克的大仇敵，細菌時常希圖襲入約克的房屋中，在他的房屋裏偷竊，並且時常毒害他的房屋，也許將室和室間的隔板毀壞。這些細菌，最普通並且最容易侵入的一個途徑，是在食物內；因為細菌的形體是非常微小，不易使堂役辨認清楚，細菌混進之後，立即就走到胃的爐灶裏。他們到了胃部就繁殖起來，若鹽酸注出之後，然後把那些細菌億萬的億萬的殺滅下來，並且將他們的屍體消化和燃燒，這樣做法是很有益的。約克的房屋，常受這些竊賊的侵襲，若非得有和細菌相遇得這麼快的鹽酸，和氫氯酸時常把差不多全數的細菌殺死——除非這爐灶起了障礙，和壁裏的化學家不照常工作——恐怕約克的房屋就難於

保全了。雖然那麼說，所不幸的是有許多細菌，懂得在他們的自身外面，怎樣的裹一層很厚密堅固的被膜，致胃內的鹽酸不能夠透進。

隨時通電到各處的電話機 倘若這個爐灶是好好的在那裏工作，強固的運動牠，所有的四壁製造那些爲保護和消化目的的適用液體，並且不准令那些未經正當手續製煉的內容物通過，那麼牠在一定的閒歇期間內，必定是完全空虛。沒有別的方法，能像這樣使牠的四壁澈底清潔，並且保持工作的整調，雖然沒有更合理的可以希望。所以若約克太勞動他的胃，以及上次食物尙未充分烹調前進而又收納食物新供給，或在兩次食時中間，時常攝食糖果到胃內，那麼，他的爐灶絕無可以澈底掃除四壁的機會了，並且住在四壁內面的化學家，就感覺疲倦，於是一切事情都弄糟。

爐灶和化驗師都是立於與堂役通消息所謂電話機的上頭；堂侍一收納了任何他所嗜愛的食物，他就立即給胃一個信息，胃部就立即預備些新鮮的胃液來供用。胃部由我們看見或嗅着美味的電傳命令而起濕潤，正像我們的口內起濕潤一樣。但是約克的房屋，沒有一部分能隨時和房屋的任何部分通電訊的。

爐灶的生活的牆壁 食物經過胃部之後，所入到的爐灶是一個較長較狹的爐灶，那就是腸的上段。腸壁也被有腺，產出他們自用的消化液；最有力量的是從胰腺的大化驗室送來的混合液，也有從肝臟送來的。設如我們研究這腸爐灶的內容，若我們沿着牠前進，便覺得牠是一節一節聯成的鍋爐，很像一個濾器。腸壁所被的微細突起，好像手套的指狀，有幾億萬之多；並且每個突起中，都有一叢的血管。

各個突起的表面，都被有生活細胞，這些細胞是種種化驗師，和我們從前所講的約克房屋的許多化驗師不同的。他們並不製造什麼；他們的職務是選擇。等到這爐灶的內容，都已烹飪完了的時候，就浮流在他們面前。這些化驗師即把各種有益的物質揀出，其餘的拋棄不要。經過這種手續之後，他們就把那些物質，送到指形突起內的血管叢中，然後到肝臟內留待將來的應用。

以上所述的期間內我們實是沿着中央的管道，或甬道游行，這甬道是起自約克的前門和廳堂，接着是赤道和食管——這食管是一個很狹窄的伸展物——其後擴張成牠最寬闊地方，就是胃，過了胃又復狹窄，到我們剛才所講的部分——就是腸。若我們再向前進行幾尺，我們就到某處新形勢的所在了。

約克的保護人 假使約克的房屋，是一個都市，那麼我們就該應稱這些部分為兵營，陸軍學校，警察局了。我們見他們在腸壁的內面，他們由幼稚的，和已長成的細胞所集成，這些已長成的細胞，不久就須被引渡到血液內，而變為白血球，就是約克的保護人，用來殺滅那些避過胃中的鹽酸的，或從通氣管襲入的各種細菌。這億萬的細胞，每在餐膳之後，送一批新的到血液中。

這些情形，可以說是約克房屋中最卑微和不精美的部分的奇異情形。主理這事件的，是算不盡的億萬個生的死的，永不見陽光，也無片刻自尋快樂的生活細胞。

約克房屋的廚房

奇異的化驗師和他們所做的工作 據我們所知，約克房屋是一所三層樓的屋宇，但是那所房屋是建立於約克的兩條腿上；所以他的廚房（或地下層）和地面離開若干距離，實在懸居在空中。

這廚房是約克身體的下部，貯有許多約克靠着生活的物質，然我們多數是沒有聽見過。這事情都是完全確實的，差不多也是新穎的；並且關於修治約克房屋多年研究所得的知識進步和知道構造約克房屋是怎樣最好，大半都要根據於我們現所講論，而從前所未重視的約克廚房中各種東西。

約克賴以生存許多重要點中最有力量的，也許就是那些代他靈敏工作的化驗師的數目。他們時時刻刻都忙碌的製出那些約克房屋所不可缺少的物質，和使約克自身生出變化的物質。我們已經知道，約克自己是住在頂層，就是他的監視處的書室內。照普通的說法，應該說是『意志是住在腦內，』因為約克的意志，當然就是約克自身。

但是有一個新發見，說約克房屋的各種類和各部分，常用來供給那些輸送到約克腦內的特種物質的，以使約克的腦和約克自身起變化。這是不錯的，例如約克頂層和中層間的階梯上半段，有一種所謂『甲狀腺』的，若約克沒有這腺，便要變成一個無知無覺的蠢人。所以那些善於研究腦的人，他們知道必需也要研究那身體，因為人所居住的房屋，有時也能使那個居住者變性的。

因此，譬如在約克的廚房內，有兩個祕密的小化學實驗室，這廚房就是我們現在知道的那些靈敏化驗師的工場，倘若沒有了那種化驗師，那麼約克房屋內的一切工作就要停止。我們在約克房屋內找到一所祕密的化

實驗室時，我們稱牠爲『腺』Gland，這些腺就是製造唾液的，以及其他幾百種腺。廚房中的小腺，有一種貼近於各側的腎上，叫做『腎上腺』Adrenals glands or adrenals，通例體內的各化驗室俱有個管通出把化驗室所製造的一切物質，運到物質所需要的一切地方。所以由唾液腺所通出來的小管，就通到口內。但這腎上腺，以及體內其他幾種腺是沒有管的。

在約克房屋裏邊近來發見的陳舊物品 這些腺叫做『無管腺』Ductless glands，就是從來所認爲啞謎的。有些人曾以爲他們是一種廢物，而係約克生前祖先所遺傳下來的，因他的祖先生活在和約克相異的環境中是有用的，而約克就沒有他們的用途了。這個觀念就以爲約克房屋是一所舊的古董店，堆滿約克祖先的陳舊遺物和破壞的遺物，却有些這樣在裏邊，但是尚有許多未經人忖想過的；並且尚有很多約克所繼續承受的空虛無用遺產，這些遺產比他所有的胃更爲重要得多。

無管腺是可以討論的問題。血液通過這些無管腺，直到離開無管腺的時候，血液就帶着些以前所沒有的物質，而這物質就是使約克起變性的原料。反之，倘若不是那模樣，那血液離開了無管腺的時候，却脫去了從前所有的某種物質；而這些物質是有毒或有危險的腐物，他們已被那些腺內的化驗師，通常用燒燬的方法所毀壞了。

力量達到肌肉所經過的管 腎上腺是屬於製造物品那一類的腺，其所製出的物品，沒有幾年前由一位居留紐約的日本醫生所發現。這類物質遍布於約克房屋之內，牠的功能是給力量於約克的僕役——就是肌肉。

若沒有這些物質，那些肌肉就不能工作，血液也不能壓送到約克書室之內，那意義就是通氣作用受了障礙，並且依我們意想，約克也要感覺疲倦和變為愚蠢的了。醫生便要說，約克腦筋的工作已起了變化，因為那是由於缺乏腎上腺分泌的緣故。若這種缺乏繼續不已，約克便罹死亡的危險。這種情形是僅有的事，就是有些種細菌闖進了腎上腺內而搗毀他們的時候，把那些化驗師殺死，估據了他們的地位，纔會有這種現象。

腎上腺是約克廚房中的特種腺中的最小的一種，但在全部房屋中，再沒有別種腺比他們更重要的了，因為約克的生命是靠他們的。腎上腺的位置，和腎臟緊相貼近，我們都知道腎是濾血化驗師工作的化驗室，以使約克房屋的自來水能夠清潔。

不過十年以前，我們還以為這些化驗室，實際上僅是自動的濾水器 Automatic filter，和我們尋常用來使住室內自來水清潔的沙漏一樣。但我們現在更明白了，因為現在知道腎細胞 Cells or kidneys 非但具有生機的，而且是智慧和靈敏的，並且腎部所做的工作是生活的工作，而不是機械的工作。腎是化驗室，容有靈敏的生活化驗師，這些化驗師所做的工作，是約克的幸福所倚賴的。倘若這些化驗師不好好的工作，那麼約克自身就會覺着不舒服了。

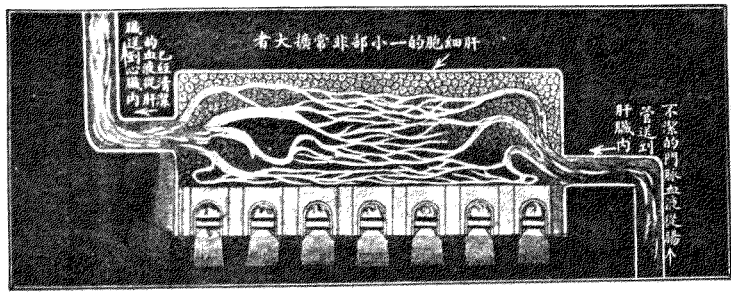
不可過勞的微細化驗師 人也許說這和我們對於觀察一般的方法是無關緊要的。但却有關係於全體；正當的理想往往有關係於其究竟的。假使腎只是一種鬆疏的格子或籬笆，那麼我們自然無需慮到他們的形態；但若是他們容有生活化驗師，那麼那些化驗師，也像其他一般的化驗師一樣，容易受過分的勞役，又倘若他們

因操勞太久，就會感覺疲倦而生疾病，竟至完全不能工作，所以我們就不能不注意了。不多幾年前，醫生們也常自由選用各種著名補腎的物質當藥劑，用來使腎臟竭力勞作——那時候以為這種方法，不過只能使血液濾過得比平常快些罷了。

但現在我們知道，這樣便要使這些細小可寶貴的化驗師過勞；而現今的新規則，若有腎臟在機能障礙的時候，切勿再加他們以工作，却要節減約克的飲食行爲，那麼就可以減輕化驗師的工，等到腎臟回復他們的能力為止。這個方法，並不用什麼近世醫藥界所能製的藥劑。這個方法在日常起居也是一般有效的，因爲人現在研究，倘若他們飲食過度，能使他們的腎內化驗師操勞過度，而這些化驗師是要用來處置一切無用的廢物的。

最大的化驗室 在約克房屋內，還有一所最大的試驗室，比兩個腎臟和兩個副腎合攏起來還要大好幾倍，這叫做『**肝臟**』。我們都知道我們的幸福和我們的健康，大半基於這化驗室內的化驗師，若是有人受別人質問說：『生命的價值是不靠着生活的，』便可給他一個含有雙解的佳妙答復說：『這是靠着肝的。』這個化驗室有許多地方，不和其他任何化驗室相似，第一層牠是很大。牠的職務是要用來處理約克全身的一般血液，並且牠可以處理得很好。所有造成肝的億萬億萬細胞——也可說化驗師——都呈相同的形狀，並且由一點觀察起來，他們是身體中最靈敏的細胞。

例如他們貯蓄鐵質以供約克的應用，又聚集脂肪以備他當作燃料來燃燒，所以這個化驗室也是一間儲食房，一具濾水器，也是一個爐灶，可以燒燃料，我們不久就可以知道了。



這圖可給
我們知道
血液怎樣
經過肝臟
濾清而至
心房的精
形那大靜
脈分做細
枝的緣故
是因為他
們走過肝
臟千百萬
的細胞比
較要容易
一些

把陳舊的赤血球，搜集濾過，和溶化，這些赤血球都是僕役各帶着一些供約克房屋通氣用的空氣。

約克房屋中的大爐灶 由上述的和其他各種的作用，肝細胞產出一種物質，叫做「膽汁」，這膽汁在正常區域內有各種功用，但若竄到血液內的時候，却很不適宜，因為那時候，能使約克患黃膽病，所以就很舒適，易於激怒，眼球呈現黃色。雖然我們所有講了這許多，太把肝對血液所做的講述過多，竟把肝的責任上的最要點遺忘未曾陳說。

腎上腺容有的化驗師，只製造幾點滴有力量和可寶貴的物质。腎臟內所容的，精細和特別的化驗師，則將血液中不良的物质搜集，而濾過他們。肝臟內所容的化驗師，搜集食物中的不良物質，而把他們燃燒燬滅。我們須知道，這樣燃燒有兩個目的——是約克房屋內最尋常的手段——一則是毀滅危險物，一則能使約克的房屋得以溫暖。

但現在要講到約克食物中的毒害了。肝的位置能使那從腸流來的血液，連同他們在腸內所檢集的食料，在未達約克的中央大抽水機——即心——再送到約克房屋的各部，尤其是送到約克的自身之

先，必須經過肝臟。約克的其他化驗室，沒有一個是這個位置的；惟有這個巨大的化驗室是放在當路的地方，所以各點滴的食物，無論烹調得怎樣好，除了已爲約克所用掉的脂肪外，都必定要受肝內化驗師的試驗。

在通到約克住室的要道上守衛的哨兵，我們現在知道，肝臟是約克房屋內部的總門，一切物質送入主人翁住室之前，必需都要經過牠的了。世上有很多地方的房屋，都是築成環繞着一個院落的，所有一切許運進院落的物品，有能送入屋內的，也有仍然不許送入屋內的。這就是腸與胃和所謂總門的肝以及肝臟的化驗哨兵 *Chemists-sentinels*，和爐灶的情形一樣，他們守住通到主人住室的要道。所以這總門的正當名稱是「門脈系」*Portal system*。若是沒有這種的組織，約克早就要受他所食物中的毒質所征服和殺害了。無論堂役是怎樣的敏慧，無論齒牙有怎樣的能力，無論供役約克爐灶的廚師是怎樣的靈巧，狡猾毒物依然能由食物襲入血液內，倘若毒質竄到門禁的地方，不受嚴厲的檢驗，他們立即就會把約克征服於他們勢力之下了。但幸而有肝的化驗師在，這些化驗師即將血所引入的，一切能發生危險和不相宜的物質拋擲到火裏邊，把他們焚燬淨盡。這個作用和腎臟內的作用相同。我們能夠使這些忠勇的化驗師擔任很重分量的勞役。他們也就勇往直前直至倒斃爲止。

這些化驗師倒斃的時候，也許是有的；有時是由於強有力的毒質把他們就在那兒殺害。但通常只是慢慢的消滅，那是由於勞役過度，休息過少的緣故；就是約克自身休息太多，而作業太少的時候。

那是因爲人們陸續喫食太多，尤其是多喫了豐盛的，堅硬的，太美味的，和不天然充滿了毒質的食物所得的

不良現象——更有些人簡直不做甚麼工作，也絕不行那鼓舞肝臟化驗師的運動，尤其是這樣。因為一時一切照常，並未發現甚麼障礙，我們便以為沒有妨礙了，那是由於約克自己的住室未受若何的激刺，且化驗師呻吟於他們的困苦艱辛的業務之下，無所表示，所以沒有感覺着了。但將來等到這些忠勇的奴僕倒斃的時候，那麼約克的末日也就近了，因為沒有了這些化驗師，既不能自做，又不能找到代行職務的東西。

爲甚麼造物的要約克做一位戒酒者 肝部所受的傷害，最普通的是由於酒精，那是人人都知道的；但只在最近的幾年內，我們纔明白爲什麼酒精傷害肝臟，要比其他許多的肝臟比較容易對付的許多東西更利害。那原因是：因為酒精是食料中最不天然的物質，足以擾亂肝臟。肝的化驗師對於酒精簡直是無辦法，當酒精侵入的時候，盡力由膽汁中送回，在那時候，由他們的手中脫逃的少許酒精質，就竄進約克的私室內。當酒精再入腸中時，又復送到肝臟；但是現在我們知道，這樣的推來推去，繼續不已，可以延長到幾日之久，在這麼長久的期間內，肝腸兩部自然都要受傷害了。此外尚有幾種毒質，也和酒精一樣，在肝腸內循環不已，肝腸都要花很大的力量，纔能把他們排出；但一切毒質，並不是天然發現於食物中的，所以並不是天然預備進入體內的，酒精當然是最普通的了。

關於胰腺的可以記述的，也像已述的任何化驗室一樣的多。胰是一種奇異的腺，因為她有兩種細胞化驗師，其中一種細胞，製造一種由管流入腸內的液體，其他一種細胞——只有極少的數目——其性質行爲，和腎上腺的化驗師相似，供給血液以若干奇異的產物，以供約克的爐灶把食物中的糖質燃燒。

約克房屋的廚房的主腦 此外，在胃的下面有個大的電話接線處，這接線處專管理約克下層的全部，大概與頂層的三個接線處分離而獨立的。這個接線處有時稱爲約克房屋下層的主腦，牠的重要也可想而知了。

我們知道約克的胃有什麼用處，和牠怎樣由約克的「赤道」收受由前門送進的食料飲料，並且怎樣將食物的一部分烹飪消化送到腸內——腸是一條好幾呎長有血液流過的管——然後由腸將食物輸送到肝。有些食物是無用的，遺存在腸內，肝就派出一個委員將那些廢物一直移送下去，並且又將已經竄入屋內的一切不良細菌殺死。

脫不盡的奇異 胃和腸的各部都點綴着奇異。胃有幾億萬的靈巧化驗師，他們也是廚師。有這樣多的化驗師而不致把湯食弄糟，那是可奇的。約克房屋外界的烹飪事務，不過是烹飪的起始罷了；世上再沒有一個廚師，可以比約克的廚房了，世上也沒有一個侍役可以像白血球那麼的勤敏忠勇了。

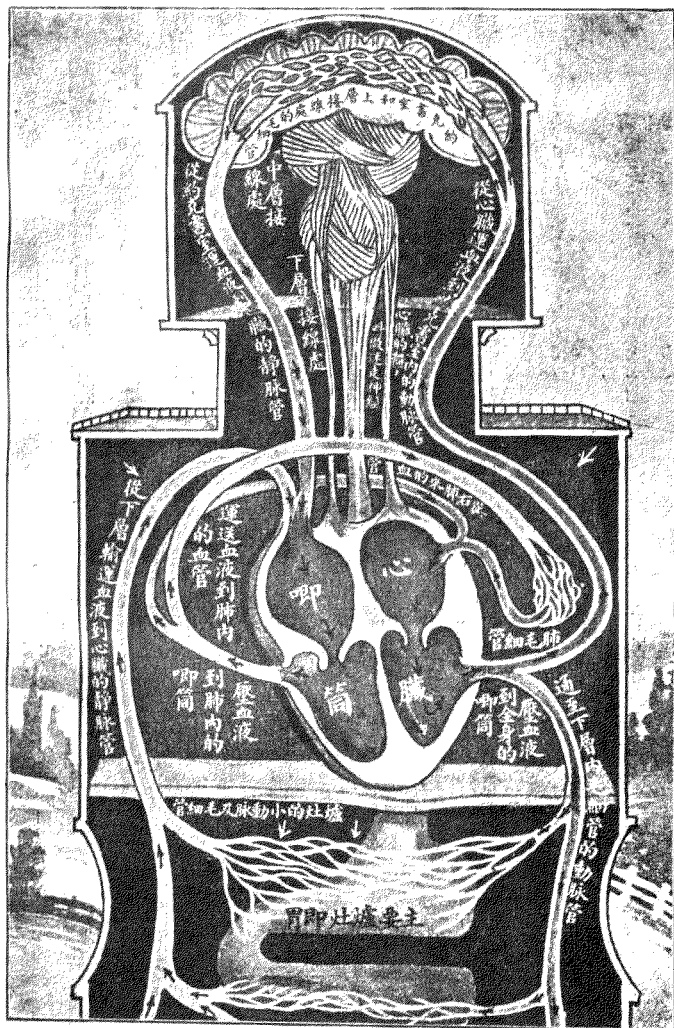
這些不過是約克房屋的地下層的一部分的奇異。我們所講述的還不及我們所知的千分之一；而我們所知的又不及全體的千分之一，且全體可驚奇的情形，究竟是有多少，也是說不盡的。

約克奇異的抽水機

瀰流全屋的生命之泉 我們已經知道，約克房屋的中層是抽水的和通氣的部分了；我們又知道，約克的中央抽水機正是位置於這層的中間，通常叫做「約克的心」，心的責任是驅遣血液遍流約克全身的。我們必

機水抽大的中屋房克約

少年百科全書 第八類 生命現象下冊 約克奇異的抽水機



二百四十四

這是約克
房屋中間
的抽水機，
或者叫做
心臟。從圖
中可以看到
出爐灶兩
道和上層
相接之處。
心臟是運
送約克全
身的血液
的，我們看
了那些箭
頭，便可知
道血液怎
樣周行全
身，而仍回
到心臟的
情形。

定要研究約克的抽水機，以及血液流通的管和抽水機所抽取的血液。血液第一可算是約克房屋的自來水，但也可算是其他幾種的物體。

關於這大抽水器的第一個要點，牠是生活的。由這一點觀察，我們差不多可把牠比一匹馬，尤其是牠那一對韁勒。這對韁勒是最重要的，倘若這對韁勒受意外的割斷，或受毒物的蛀壞，那麼約克必定就會死亡。

約克的心（或抽水機）的韁勒，是叫作『迷走神經』Vagus nerves，都是從腦出發，分由約克頸項的兩邊蜿蜒下駛以達心部，與我們感覺在頸兩邊跳動大管很相貼近。這對韁勒由居在腦最低部的約克侍役所把持的

——假定那麼說法——腦的這最低部分叫做延髓，也就是約克房屋三個電話接線處的部下的一個。在約克生存和健康的期間內，這對韁勒決不會失却的，但是倘若我們想考究他們的行為，就必需留心注意他們割斷後或中害後的現象。倘若遇有這般的意外，那麼我們便覺得那具每分鐘一定跳動八十次的大抽水機，立即跳得比原來快些，但以後便漸漸緩慢，直到停止跳動為止。作用於心的毒害，其中最普通和最顯著使心激動到死亡的，是叫做『癩茄』Belladonna，癩茄就是一種漿果，叫 Deadly nightshade 的。

但此外尚有許多別的事情影響於約克抽器的跳動的，例如韁勒受突然的推引，或者韁勒受慢性的衰落等。極大的疼痛，或極大的驚駭，有時也致令韁勒受刺激，除非加於韁勒的激刺弛緩，那麼心臟就停止不跳，約克於數秒時內必要死亡，這種情形是很迅速的，我們人人都說這是約克已經昏厥了。他昏厥的緣故，是因為他的抽水機停止輸送血液到他的書室內，因此他不能動作。

反之，驚駭和其他許多事故，有時也許弛放韃勒的，於是抽水機跳動得格外迅速，並且在初時更為猛烈。一到障礙的原由除去之後，韃勒就立即回復他的緊張，心也開始依着整規的和靜默的程序照常跳動了。此外，我們所見的是毒質——例如菸葉裏的毒質——並不將韃勒收緊，也不把韃勒放鬆，但動搖那對韃勒，於是約克的心跳動得不規則，不像原來那樣平穩的跳動了。

晝夜工作不息的心的韃勒——心臟的那些神經（或韃勒）的價值，是他們和約克房屋的各部分都相聯絡，並且依據時期上的特殊需要，由他們的作用，可以使約克的抽機跳動和緩些，或迅速些。並且他們的存在和他們的作用，其意使約克有為特殊需要上的保留。譬如約克受一隻野牛追趕，他的神經便略放鬆他們的韃制，使他的心臟專盡職於在那時極需要的兩腿。但在約克房屋的歷史上，自始至終這韃勒俱是日夜工作到若干限度的，並且約克的僕役，更沒比那些在他最下電話接線處的神經細胞，更好或更重要的了。

心臟的自身，從實際和嚴格的講起來，簡直是一個抽水機——牠形狀雖不像抽水機，但確然是一個抽水機。抽水機有兩種，一種是用力壓 *Press, or force* 迫液體，使液體流動的；一種是藉吸引力 *Suction* 以流動體的。約克房屋的抽水機，是一種壓力抽水機，其四壁都是生活的。

具有生活的四個房室——雖然心確是一具壓力抽水機，但比世上所有的任何別的壓力抽水機更要複雜，並且更要奇異。牠內面有四個空間（或房室），各個都具有生活的壁，且各有一個健全完好的瓣，所以血液只能依着約克所需要的方向前進。那些肌肉性壁，是由狹而長的生活細胞造成，這些細胞有使他們自身縮短和增厚

的能力。這些生活細胞也就是肌肉纖維，是約克的卑下而有無限價值的僕役，也是約克的「抽水工人」，他們裝置在他的抽機的壁中，其裝置的方法最是複雜，可以寫成一本專書。

關於抽機的另一要件是：壁的各處貯有一羣神經細胞，這些神經細胞命令肌肉纖維按時收縮。但神經決不會不關連全體的需要，而擅自使抽機工作的，所以這些管理心肌細胞的神經細胞，是在迷走神經的統治之下，並且也在另一對不常作用而偶然作用的神經統治之下。他們作用時，便使心臟跳動比原來更為有力。

抽機怎樣驅送生命之泉循環不息 有一位英國的大學者，名叫威廉·哈佛 William Harvey 的，他發見約克抽器的四室搏動和運行血液時所起的現象。哈佛發見血液流動於約克房屋的全部，成爲一個循環，說得更清楚些，簡直是兩個循環，而在心臟內相遇。這一具抽機，實在是兩具抽機——在左邊的一個，將血液送到約克房屋的各部分，而右邊的那個——這抽機不很強健——祇將血液送到肺內，藉以收取清潔的空氣，而將污濁的空氣排出，待我們研究到通氣裝置時，更要明白這情形了。

我們現在看這具抽水機的圖，牠在約克房屋的正中，而在約克生存時期內，日夜都是搏動的，將約克的自來水通過一組起自心又回復到心的密閉管系；但我們若非明白這些管，是一種很特別的管，我們却不能明瞭牠的任何功用。各種不同的管，有各種不同的名稱——就是動脈管，靜脈管，和毛細管。惟是上述的這些各種血管，沒一管是有若何孔隙的，由我們所能見的，血液僅在這些密閉不漏的管中，循環不息的流動。

倘若牠單是那樣的，那麼便是個完全無用的東西了。但那些較細小的管，即所謂毛細管的，因爲他們是微細

像毫髮那樣，確不是尋常自來水的管所能做的，因為毛細管有『滲透作用』那就是全系的主要點了。據說毛細管有兩個滲透的方式，一則將各種物質滲出血液之外，一則又將各種物質經由血管的壁滲入到血液之內。約克抽水機的完全目的，和這管系的完全目的，是要這種通過毛細管的滲進滲出。

此外還有一個要點，這些管確是與一般尋常的自來水管不同。因管內被有約克的生活僕役，即肌肉細胞，很和大抽機內的那些細胞相像。所以在任何指定地點血管的粗細，能隨意志——或者更有不隨意志變動的，因為這些僕役是受約克最下電話接線處的管轄，而完全不是受約克意志的管轄。這些肌肉細胞，在各處都是在兩組神經的統治之下，一組使血管收縮狹小，一組則使他們弛緩和擴張。

我們羞赧的現象是什麼緣故？譬如我們羞赧的時候，覺一股熱的血液湧起，到我們的兩頰，由此可知那些關係是怎樣了。其原因是在那時候，秩序已脫離我們的意旨，或者甚至和我們的意旨相違背，將水閘放開，於是血液就灌入面部的毛細管內，所以面上呈紅色。每次餐後，胃壁也像上述的情形，受血液的湧入，倘若沒有由這些自動的裝置（或稱『反應作用』）以使他最下接線處管理抽機和血管，那麼約克房屋就不能存在了。

上面已經將抽機的大概情形講論過，現在要研究那些奇異的液體，這些液體就是被約克的抽水機運送，通過我們所謂約克血管的系統內的。試問血液是甚麼造成的，究有甚麼益處呢？

第一層，血液是約克房屋的自來水。這個是很重大的，因為在約克房屋內，水的需要比任何別種房屋內更多。各種生物所棲息的房屋——例如動物，植物，或人類等——都要水用。在約克的房屋，水完全從他的口攝

入的，絕不是由他的皮膚，正像植物吸收水分，是由他們的根而不是由樹葉——雖然樹葉也溼潤。

泉水所運送的珍貴物品 水由約克的赤道流下，即由被復於大甬道內壁的毛細管所吸收。於是這些吸入的水，便成約克一部分的血液，由約克的抽機將這部分血液一直運行下去。其他那一半可以講的是：水剛在一個地方滲進管內，即在別處滲出。這種的滲進滲出，常是那麼做的。

由中央甬道進入血液的水，因再由滲透作用通過腎臟的毛細管，皮膚的毛細管，和肺的毛血管，而離去血液。這種水的滲透作用，是時常進行的。每次呼吸時，我們所噴出的氣中都含有水分；水分時常也由皮膚滲出，也有由腎臟濾出。凡是這些洩水方法，水分把廢物一同攜帶出去，所以約克的自來水也是一種污水排除系。

約克數百萬工役的食料 雖然這麼說，血液究非尋常的自來水。牠是一條生命的河流，川流不息的流行，能運輸於其上，或更能運輸於其中許多約克房屋所需的物質，實在就是這些水所需要的物質。食物在廚房內切碎和烹調之後，確然是將其中所有一切有用的部分，全都送入血液內，恰和毛細管吸收水分送到血內一樣。所以抽機不僅是抽取水分，並且也抽取食料的。

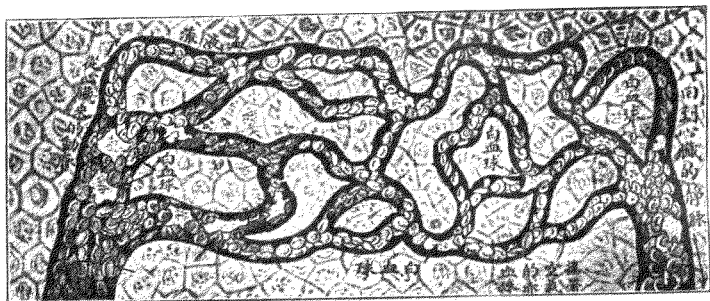
現在我們再把牠的好處講講，那就是這個流水系中可以滲透的最微細的管，是非常的菲薄；尤其是他們以這般的方法滲透，他們只將所需要的滲過。我們現在可以再講那進入約克房屋內的真正食物了。所有約克的數百萬數百萬僕役，都要食物的供給，而他的抽水機的大責任之一，就是運送食料給那些在黑暗中工作的工役。

六星期內的便因老而死的赤色和白色的僕役。所以那些時常為心臟所抽吸，並且由中央甬道內攜帶各種食物和燃料最先達心臟內的血液，都被分送到約克身體的各部，並連同有許多水分滲透毛細管壁，製成一種液體叫做「淋巴」，淋巴便是約克的許多僕役調理好食料——這些所謂約克的僕役，就是在約克的化驗室（或腺）中的化驗師，和造成約克的肌肉和其他物質強有力的僕役。所以血液不單是遍流全身的水，並且也是約克的生活的僕役的食料，而這些約克僕役的需要食物和飲料就是約克自身需要他們。

這條輸運食料到週身各處的生命之泉，也羣聚許多約克的生活的僕役，這些僕役有白色的，也有赤色的。赤色的永不離開生命之流。他們產生於約克的骨內，血液流過骨髓時，他們便和血液混合。他們在約克的體內，「一周而復始」的環行，約六個星期之久，他們便因老而死，並且破壞。在這生存的期間內，他們的重要責任，是把新鮮空氣從約克的通氣管道運到約克身體的各部。

能助約克於危險的奇異化驗師 約克的有生僕役，是常要呼吸，並且需要空氣。少量的空氣，能溶解於血液中，直送到他處，但是不敷約克僕役的需要。其餘的空氣，則由棲息於血液中的赤色僕役吸收運輸，等到約克的赤色僕役通過薄壁的毛細管時，即將這些空氣遺下，然後赤色僕役被抽吸進行，直至再達約克的肺臟內為止。在肺內各個赤色僕役都擔負些新鮮空氣。

假使約克房屋內，這般赤色僕役太少了，約克便呈蒼白色，很容易失神而害頭痛。有時他若服些鐵質經幾星期，那麼他的赤色骨髓，便製出許多新鮮的赤色僕役，約克就會覺得好些，他皮膚復現血色了。



這是約克的房屋中各部都可尋見的管道普通叫做毛細管牠的體積極小就是二千條相並擺起來也不過一英寸而已。帶有空氣的赤血球及撲滅微生蟲的白血球，即由此而環行我們的全身。

還有些棲息在血液中的是白血球，這些白血球攜帶從約克的大管道運送到肝臟內燃料的一部分。更經發見的，這些白血球又是一種奇異的化驗師，製造些有益於約克房屋的特殊物質。例如約克的血管，有一條受割傷，或刮傷，或其他的傷害而破裂，那麼那些血當然要全部滲出了；倘若這樣流血，繼續不已，那麼約克一定要死亡。但他血中的白色化驗師，正在剎那間生出一種使血液凝固的物質，於是血即不再流動，而血的流出也就停止了。

但是我們決不能見白血球在他們最奮鬥的時候的，惟有約克房屋內發現有仇敵的時候，纔見他們的勇敢罷了——這種仇敵的竄進也時常見到的。我們將要知道，白血球怎樣因約克而喪亡數百萬之多，和他們怎樣撲滅那些闖進希圖殺害約克的仇敵。這樁故事的全部多麼可驚的有興趣！

你怎樣能感覺那大抽機的搏動 試將一隻手的食指，按在另一隻的手腕上，那麼便可以感得脈息的搏動。再把你的手指按在頸項的邊旁，又可感覺別一個脈息跳動正正在耳的前方跨過硬骨的那個所在，也

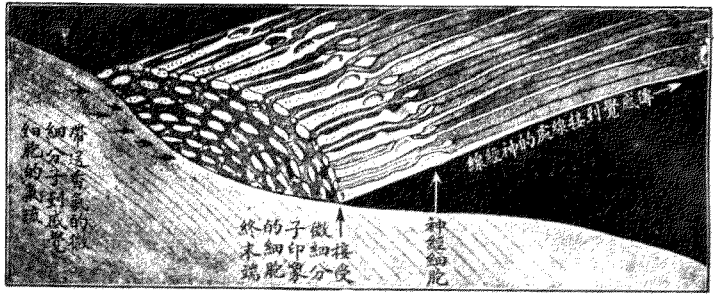
可以感覺其他的一個同一脈搏動。這幾個所在，是我們所見血管於每當心搏動時，管子怎樣會膨脹的幾個要點。膨脹的緣故，是因水料供給，食料供給，和空氣供給的流通，以及游泳其中的侍役和衛士充滿他們的裏邊。設是每分時，抽水機搏動八十次，試想一個八十歲的壽命，其抽機需要搏動若干次數？他休息的時候，只在搏動與搏動間間隙，並無若何的酬報，但只保持牠自身的生命罷了。

上面所講的這個抽機，就是盡忠毋怠的心，所以各語言中說心是無畏勇敢的表記，和信仰堅決的表記，我們可以無需詫異的。

約克的新鮮空氣的供給

假使約克房屋的建築者，忘設備房屋的特殊通氣裝置，那麼這所房屋不能建築成功了。所可惜的，人類建築任何房屋時，往往不設備關係生命呼吸的通氣裝置；因為約克房屋，要必定消費不少時間於人造的房屋中的，若是人造的房屋不通空氣，那麼約克自身所有的通氣裝置的價值，也就減損一半了。

約克房屋要有空氣，然後使他無數的生活僕役能够呼吸。假使我們說『燃燒』以替代『呼吸』，那也是，一句有同等真確的說法，因為我們可把那約克的房屋，看做一具奇異的爐灶，若是這具爐灶依法燃燒時，是需要流通的空氣的。約克所咽下的燃料，和他化驗師做成那樣敏捷烹飪的燃料，除非約克得有空氣的供給，來把那些燃料燃燒，否則，對於約克是無用的。



這圖可以
使我們明
白嗅覺的
神經細胞
他們是在
鼻的上部
當我們嗅
着玫瑰花
花香的微
分子就觸
動這細胞
於是嗅神
經就把所
感覺的傳
到腦裏去
腦就知道
這是玫瑰
花的香味
了。

燃燒的意義，是和空氣相化合，這種作用，遍約克房屋內各處都舉行的，遍一切無論生存於空氣中的，或者潛居於水底的生物，動物，植物的房屋各處也都舉行的。所以一切生物，都需一種通氣的裝置，並且各有各的通氣的組織。

約克通氣裝置的中樞，是在約克的中層，該層內有他的抽水機和他的抽氣機。但我們必需從起始處講起，我們看見那空氣進入約克的房屋，是經由一個恰在他前門上面的特殊運道輸送進去的。

約克全身的外表，大多曝露於空氣中，以尋常屋宇論，雖有少量空氣，可由牆壁透入，但在約克的房屋，却絕沒有空氣可由他的皮膚透進的。有些動物和植物的生活房屋，大多由他們的外壁通氣。植物的呼吸，全由牠的表面蛙的部分呼吸，一部分由牠的皮膚。但約克的空氣供給，全靠他的氣道輸入的——這氣道就是從他的頸項下行至胸的大氣管。——若是約克不能由這個大氣管取得充分的空氣，那麼約克就要死亡。約克的口，或廳堂，和約克的鼻管，都和他的氣管相通，所以空氣進入氣管，或由他的前門，或由那口的上方叫做鼻道的兩個小孔都行。若是

約克奔跑游泳劇烈，或者感冒的時候，就迫得他要開放他的廳門，由那條路吸取空氣，但依通例空氣完全不應該由前門輸入的。除了約克要說話，或吞食物的時候之外，廳門應該關閉的。聖經上說：『上帝將人生命的呼吸安放在他的鼻道內並不是安放在他的口內。』這句話真是不錯；並且約克確能守着下面的好規律：『閉你的口，保全你的生命。』

用口呼吸，確是比由鼻道呼吸覺得容易些。但是爲什麼不該用口呼吸呢？許前門時常開着，以通空氣，爲什麼確是危險呢？

的確的，用口呼吸的危險，有許多原因，但其中之一，是很容易付想得到的，下面寫的就是教我們謹防開口的唯一原因。細菌時常可以竄進。倘若約克開着他的廳堂門，細菌更能竄進——細菌可有搗毀約克房屋的危險。此外還有幾個別的原因，却是我們所不能明白的，除非等到我們研究了那些門路，及其內幕纔能知道。

有幾種東西的重要也許是你絕未意想得到的。若我們觀察我們的鼻道內，通常可以看見都有一叢精細的毛。這叢細毛的功用，可以當作一個篩子那樣，拿來篩過些細微物質，這叢細毛可以防止微小飛蟲或是塵埃沙屑等侵入，否則，就要跟着空氣一同竄入了。從兩鼻孔直上，在空氣傳達到巨大的肺臟或抽氣機以前，空氣要一層層的通過幾種物質，我們雖不能看見牠，或不能那麼容易明白牠，大約這些物質和鼻毛的作用總差不多。

當我們研究鼻的內部時，見有幾條不同的管道，從鼻腔通到咽喉後壁，這些管道並不正直，是彎曲的，所以空氣非在鼻內曲折盤繞，決不通過鼻道。鼻內部是濕潤的，若是遇着空氣乾燥或寒冷時，更可以使牠潤濕。這事

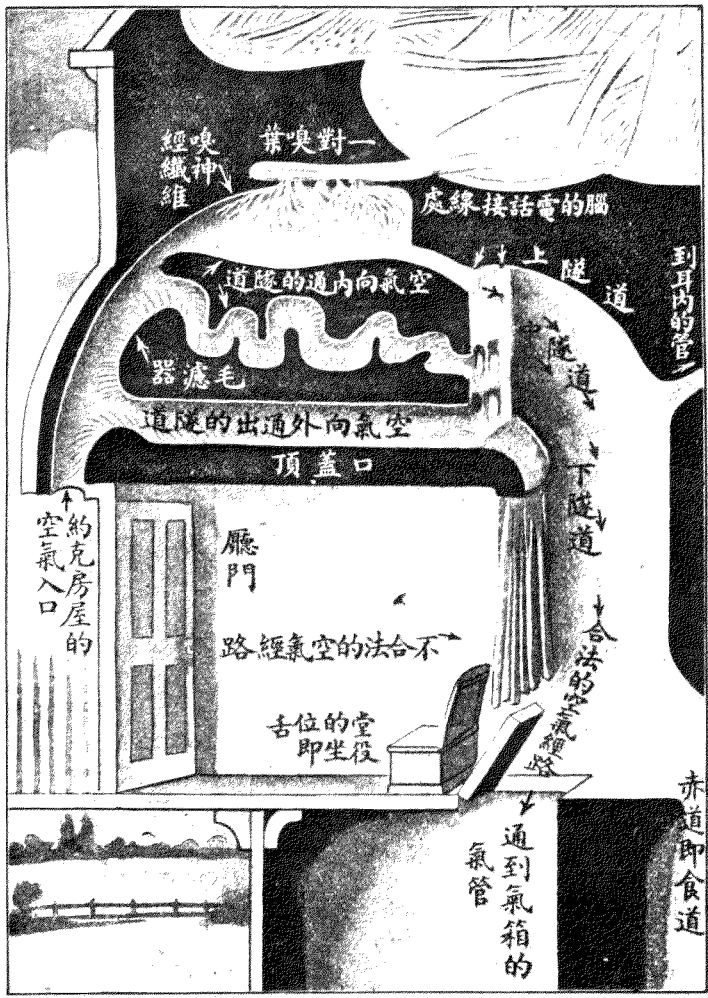
情的主理者，是管理鼻內血管的神經。所以鼻管不但是彎曲，濕潤，且是溫暖的。不單是這樣。鼻裏的濕潤是由被覆在鼻內壁的化驗師所製出，分明有毒殺細菌的功效。牠有些像防腐劑，如石炭酸那樣，也像那撲滅混入約克的大爐灶的食物中的細菌的酸液那樣。

上面所講的，我們若能從精細的搜集若干已經吸入鼻中尚未抵氣管的空氣，拿來和未經約克吸過的空氣相比較，便可知知道鼻腔內各物的作用。

足使最精敏製造家驚駭的濾器。若是我們照這樣試驗——我們可用一個很奇的方法來試驗——便明白約克的鼻是他通氣裝置的濾器，確是一位精敏偉大的人類技師所能造的濾器。使我們自己明白和重視這樣濾器的方法，就是把最好的人造空氣濾器來考驗。

在設備完全的醫院裏，必有施行外科手術用的房室。凡進入這種房室的空氣，必須經過一個特殊的氣突，而空氣通入氣突，必須經過一具濾器。這一具濾器，是由一個懸吊着的椰樹纖維的簾幕造成的，水時常由此漏滴下，當空氣通過這纖維的簾幕時，即將大部分的塵埃和細菌等濾去，空氣也就得以潤濕。倘若水是熱的，那麼空氣也會被濾器加了溫度，然後用扇將空氣扇下氣突而入室內。在室內的人，若是智慧和健康的，用鼻來呼吸空氣還可把空氣再濾一回。

我們所呼吸的空氣怎樣澄清和潤濕起來。鼻是約克房屋的大濾氣器，牠的功用正和上述那些精緻房屋的濾氣器一樣。但是牠比一切人能製的濾氣器還要精良些，並且牠替約克房屋所做的事業，比椰樹纖維和蒸



一般聰敏人，都用鼻來呼吸，看了這圖便可明白，因為鼻腔中有一種毛濾器，可把微塵以及有害的東西濾去，假使用口來呼吸，那微塵可以自由入肺，毛濾器就失了牠的功用了。我們嗅味的細胞也可從這圖中看了出來，譬如我們嗅的一樣東西，觸到細胞上的香氣，那怕香氣的分子小到三千萬分之一，牠也能覺得，由此可知嗅覺，實比用顯微鏡幫助的視覺還要靈敏一些。

溜水所能做的更多。

因為我們將那些取自約克鼻底的空氣，和外界的空氣相比較時，就見經過呼吸的空氣，完全不含有細菌，實際上也沒有塵埃，但只有最細微的塵埃罷了；其次，我們見那經過呼吸的空氣是潤濕的，含有比原來較多的水霧；其次，我們又見那些空氣是溫暖的，因為牠在一處有許多溫暖血液的大表面上流過。這約克的濾氣器是何等可驚，須超過一般人造的濾器，其中情形，讀了下文便可知。第一件我們首先要說明的，不但空氣由這濾器進去，並且也有由這濾器退回出來的。

曲折環繞而通過管道的空氣 人類的技師沒有一個能做這樣的裝置。約克時常要有一個輸入的氣突，濾氣器就在那裏——並且還要有一個輸出的氣突。在醫院而論，輸入氣突將空氣一直輸送到病人的所在，而輸出的氣突就裝置在靠近觀看者立的地方，所以沒有甚麼能由觀看者方面流入和氣流相衝突，以傷害病人。但在約克的房屋，輸入氣突和輸出氣突，就是這樣一個，並且同是這樣一個，那是和世界上任何通氣裝置不同了。原來輸入管要故意造得那麼曲折，所以能使空氣濾清，濕潤和溫暖。空氣要環繞鼻腔內許多轉角和狹窄的地方，但空氣若是要出去時，這麼的曲折盤繞，那就不便利了。所以我們見那鼻內兩側三條氣道中的最下的一條却是又直又短，並且我們曾經發見兩側鼻腔雖能勝任輸入空氣和輸出空氣兩樣的作用，但向內輸入的空氣，實際上是由上中兩對的氣道流行的；而向外輸出的空氣，卻由最下一對氣道流行。

嚴寒時我們所見的東西 上述的確是一個有價值的發現，因為我們初始研究約克鼻部的形狀時，設若下

一對氣道能够導引空氣進去，那麼我們不能明白，爲什麼上中兩對運道要那麼彎曲和那麼狹窄？其實是下一對氣道雖常常開着，這對氣道和其他兩對所以這樣位置，是要使得輸入的氣流，差不多全由上中兩對氣道進去，而輸出的氣流，差不多全由這下方一對氣道出來的緣故。不單是這樣，假使上中兩對氣道是閉塞了——這是常遇的——下對氣道依然存在，空氣經由下對氣道輸入，究竟比經由口部吸入還好些。

這當然是一個日常適用的濾器。當空氣溫暖和潤濕時，便許牠通過這個濾器，更迅速而容易；但空氣寒冷和乾燥時，能傷害約克房屋的內部，所以要迫得空氣較尋常通過緩慢些，使牠在鼻中受着溫暖和潤濕後再輸入。這種精美的裝置，是由於約克上層的那些僕役所做的，而由神經調節身內各血管的粗細。當神經得報告說，空氣是過於乾燥或過冷時，他們卽下令擴張鼻內諸血管的壁，而使溫暖的血液流注於鼻內粘膜。

撲殺仇敵的濾器 所以能使有這種效果的緣故，在乎約克鼻內的粘膜，很寬鬆的在骨性壁的上部，所以無論什麼時候，凡遇約克受着太冷和太燥的空氣供給，足以傷害他的肺臟內部時，就立刻使血管擴張，滿注以大量的血液。

我們已經知道這具濾氣器的內部，產生些可以撲殺細菌的物質。我們拿鼻吸氣時——在我們曉得鼻子是怎麼樣以後，我們吸氣更應該十分謹慎——就是把這有塵埃、污垢、和細菌等整理清潔；倘若我們注意過一塊用過的手帕，爲什麼這樣快骯髒，我們應信若是呼吸而沒有濾器，我們的肺也許變成那樣了。但是我們若用顯微鏡檢查這濾器的內被，更能發見牠內面還有許多奇妙，沒有別的濾器所能見的。牠內表面的全部，差不多都

覆着約克的微細生活僕役——就是產生濕汽流，以清潔所呼吸的空氣的細胞。這些細胞有一種毫毛，普通叫做『氈毛』Cilia，從細胞向氣道突出。這些氈毛是一種的掃帚，細胞用他們向一個方向掃刷，可以保持濾器的清潔。他們的工作，是日夜不息的。

這些被有氈毛的細胞，被覆於約克通氣管全部的內面，從鼻腔起，下達抽氣機（或肺）的自體，都有這些細胞的。當約克感冒時，尤其是患氣管支炎 Bronchitis 時，暫時失掉這些僕役的服務，因為在那時期，大多數的僕役俱被約克害病的細菌所殺害。但不等到這些新細胞產生，繼續他們的職務，約克已能回復他的健康了。關於這些細胞的另一有趣味的事實，也像血液中的白血球一樣，有奇異的運動能力，他們不受約克房屋上層精神所指揮的。並沒甚麼神經對他們下命令，他們只照着他們自身的需要，和應當的動作而動作便了。

被於約克鼻內一處特殊部分的細胞，和別的細胞很不相同，所謂這個特殊部分，正是輸入氣流鼓盪得最猛烈的地方。這些細胞不單是與神經細胞相連，並且他們的自身就是神經細胞。

使約克知道花香的僕役，約克的這些僕役，比較那些顫動的氈毛細胞要高尙得多。他們在顯微鏡觀察之下，並不顯示何等奇異，像那種細胞的『氈毛運動』Ciliary movement 那麼奇異，但他們的感覺力，實在要高得多，並且奇異得多。物質的某種氣體或分子，混進約克所吸的氣流中，而達到這些偵察員面前時，他們便知道，並且辨認其好壞，或是不關係甚麼的；這種我們就稱爲『嗅覺』，是由約克鼻內的司嗅偵察員，以及連同腦中的一特殊部分，和一種專任司嗅事務的種種神經細胞所擔任的，他們並且能將所嗅着的味，分別報告到約克腦的

各部分。

事實上，約克房屋關於嗅的能力，遠不及約克所餵養的狗的房屋。在人類嗅覺，早已失却大部分的重要，由司視的和司聽的奇異偵察員，來代替嗅覺的職務——例如辨別誰是約克的良友，和誰是他的仇敵等。

雖然那麼說，人類的嗅覺偵察員，縱使和許多動物的嗅覺偵察員，在比較上要愚鈍得多，却是隱藏於濾氣器上部的偵察員，依然是不可輕視的。

可以救護約克生命的偵察員 上述這些微細僕役，他們更能夠辨識許多不好的物體。例如煤氣燈管，在晚上未曾完全關閉，那麼約克的偵察員便告訴他，說那煤氣已洩漏了——因為他們辨出有些煤氣臭味經過他們面前的氣流中。假使沒有這種的警告，那麼約克就要依然呼吸着那些煤氣進去，到後來，這些煤氣就能制服那些管理他抽氣機的勤勞細胞，約克便要永遠停止他的呼吸了。

這些偵察員也能使約克在一定範圍內知道花香，使他感覺十分愉快；並且他們對於幫助他享用食物，也是很有用處，因為食物的香味送到約克的鼻內，確有許多食物的滋味，並非完全是真滋味，不過約克堂役的感覺，而由鼻中的偵察員發現出來。這個的最好證明，便是當約克感冒風寒時，他對食味的感覺力就很遲鈍，因為司嗅的細胞，於那時期內沉溺在液體——即鼻涕——中，所以食物的滋味，就不能達到那些細胞使生嗅覺。

幫助我們聽聲音的小空氣管 末了，我們再講的是從這個濾氣器的兩側，有那一對運輸少量空氣的管道，這管道可達到約克的耳內，所以耳內有空氣，恰像約克的鼓膜外方有空氣一樣，而聲浪可以自由的擊盪他們。

這對管就叫做『歐氏管』Eustachian tube。

上面講的，就是約克的濾氣器的情形。倘若他在不能正常作業的情形時——例如內被的一部過大，或患有『腺狀增殖』Adenoids 等時——他就要變為一個口呼吸着，感受許多的病害了。這生活的濾氣器，位於通氣裝置的起始點，若沒有了牠，約克的房屋決不能有牠應有的清潔，可居和耐久了。所以沒有一個人能耐得住不用這具濾氣器的，然而我們的大多數當講論約克的鼻時，僅指這個世上最完備最靈敏和最精緻濾氣器的純粹外表而言。

奇異的空氣河流

保持約克血液清潔的方法 除了特殊的需要，當約克迫不得已，要用他的前門流通他房屋的空氣外，所有他應用的空氣，都必須通過一個複雜的，較溫暖較濕潤的濾器，這具濾氣器我們稱牠為約克的鼻。假定我們到了鼻的背壁，就可找到一種差不多純粹，濕潤，溫暖和差不多沒有塵埃的空氣。

但空氣從這裏達到約克的抽氣機（即肺臟），還有若干距離。最先，空氣來到他大氣管的起點，下達約克頸項之前方。這大氣管當然要開放，所以要用小的環形軟骨連結而成。

上述的事情，當空氣剛要離開頸項和衝入中層之前，我們完全可於我們自己的氣管覺着的。但在環形軟骨的上面，有較大的東西，這個是約克的音匣 Voice-box，或稱言語的機械 Speaking machine。牠的正常

名稱叫做喉 Larynx。那麼，那些已經通過約克的濾器的空氣，必須經過這個音匣，然後能到氣管。

雖然這麼說，這裏却有一小小的危險。這樣說，約克的喉是一個新計畫，曾希圖作為約克房屋的附屬物的。惟是輸入的空氣向前進行時，約克的音匣簡直就是一個障礙物。牠足以防礙空氣的前進，對於輸入的空氣並無什麼效用——惟於輸出的空氣有些關係。

這個音匣確然含有兩個困難。第一層，空氣流和食料流 Food-current 必須互相跨過各自的途徑——這斷不是最好的裝置。約克的氣管位於他的食管的前面，所以每塊的食物和每滴飲料進入約克的食管時，都要跳過他音匣的入口處了。

為補助這個職務起見，音匣上備有一個活動的蓋，和舌根相連，等到約克吞嚥飲食時，這個蓋，一方面將嗓子的入口處蓋住，一方面導引食流到一邊，所以食料飲料都不會誤入歧途，走到氣管內的。但約克在呼吸的時候，牠的音匣自然必定要開放的，所以的確確，無論怎樣，約克切勿想在同一時間又呼吸又吞嚥飲食；但有時約克也許要笑——笑便必需吸入許多空氣。當他正在吞嚥飲食時，同時又軒渠大笑，那麼他就容易哽塞了。

一個哽塞的病許是不樂意的，但同時他也是很有趣味。無論遇何事故，約克的流通氣的事務當然必須繼續進行的，所以他的通氣管必需保持清潔。若約克哽塞時，有些東西衝入於通氣道內，於是全身立即將其他一切的關係和職務都丟開不管，立即用全力來，排除那障礙物。

因為這個目的，約克房屋備有許多有力的僕役，就是肌肉，他們能把他的胸腔擠縮起來。通氣裝置一遇有

物闖入時，那麼在他四壁的偵察員，立即呈遞一個報告到下列電話接線處的機關——不是呈報到約克的自身。如是便發命令使起咳嗽，一再的那樣咳嗽，務要等到把那障礙物噴出了為止。氣管內的細胞是備來製造一種潤滑的液體的，有了這種潤滑液體，可使那闖進的物質容易噴出，並且身體用那樣力量犧牲他自身於此艱苦的事，因此約克的眼或者要滿了眼淚。

空氣所必經的狹道 空氣被吸入時，除偶然遇着上述的意外之外，通常他通過了音匣以後，便立即到一個狹窄的裂口，是空氣向前輸進所必經之處。這麼一個裂口，大可不必存在於那樣一個地方，且牠也並無什麼特殊的用途。

這個裂口的邊，是由許多彈性纖維構成，這些纖維所以位置在那處，是預備約克的氣噴出來的時候，擊打着纖維，便可以成聲。所以我們回述那些纖維，我們所講的，只為存在於裂口的所謂聲帶 *Vocal cords*，他們的位置，所以要這樣，因為能在約克呼吸時得隨時開放。下面所講的就是所見的現象。在約克的有生時期內，從出世到死，每次呼吸以前，那些運動不息的腦細胞，都命令到那些立在聲帶旁邊的肌肉，於是肌肉即把聲帶開放，空氣因此能進入。

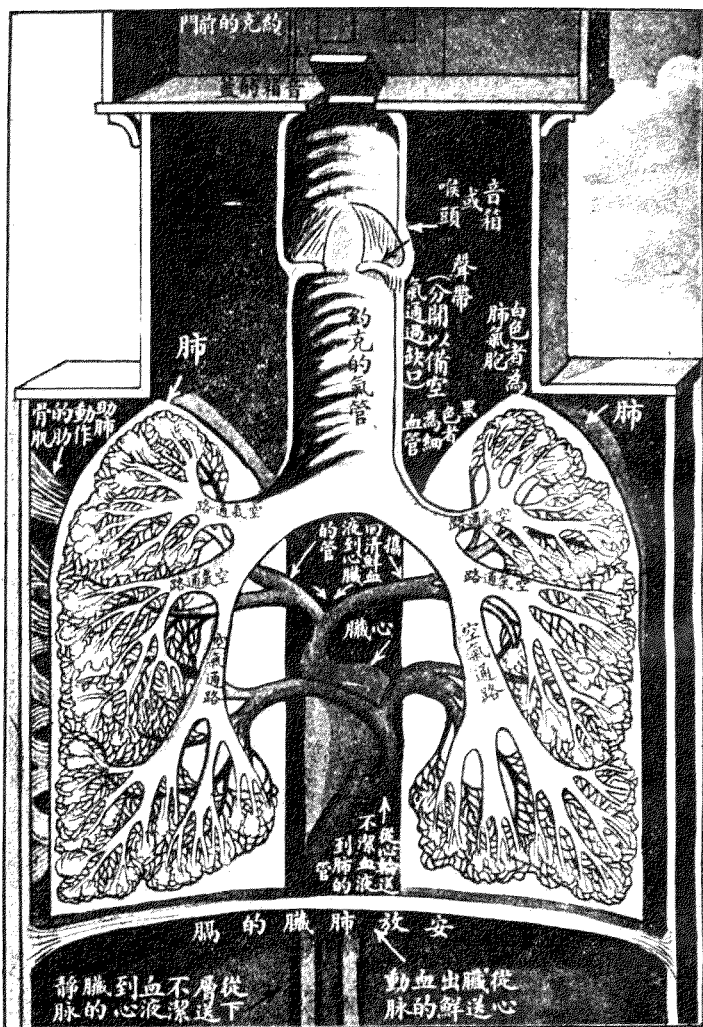
當約克的房屋是在很幼稚的時候，有時有某種可惡害賊，叫做『膜狀炎細菌』 *Microbes of diphtheria* 的，竄進約克的咽喉部，產出一種厚的白色物質，能把裂口全被覆着，約克於是就有致命的危險。但是近世人們用馬來療治約克的這種病症。將細菌所形成的薄膜種入馬身上，馬身的化驗細胞即製成溶解這種危險薄膜

的物質。這些馬身所製的藥劑，是叫做『膜狀炎抗毒素』*Diphtheria anti-toxin*，這一劑每年在地球上救回無數兒童的生命。

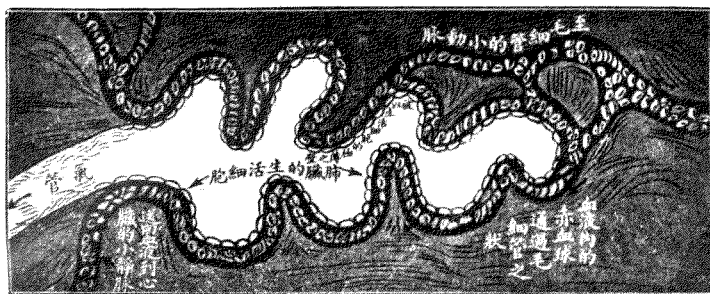
千百個運空氣到肺內的細管 空氣經過了裂口以後，牠便有個清潔的徑道下達氣管，到了後來，氣管就分折為向右向左的兩條支管。右側的支管供右肺之用，左側支管供左肺之用。這些支管分了又分，分成彷彿一棵有許多枝杈的樹那樣，末後空氣就從這些分為千百的小管送到相當的肺葉內，使肺葉充滿了所吸入的清潔空氣。

肺當然是一對抽氣機（風箱），但我們見肺臟是由一種容有千萬微細空間的一種海棉質構成，空氣就進入那裏。這些小空間裏面被以肺的生活細胞，而在這細胞被膜的他一面是無數的微絲血管。從約克的心臟攜帶血液來的。所以，我們所見的，一面是空氣，一面是血液，而中間是一層生活的肺細胞。

進入肺內的東西和他們所以進入的緣故 進入肺內的血液，並不是鮮明的血液，乃是暗色的血液。這些血液是環遊約克全身後，回到約克的心（或抽水機）的右側而送入肺臟的。這種血液，含有若干碳酸氣——是有毒性的氣體，是從約克的全身帶來輸入肺內的——並且這些血液，又含有超過需要量的水分。在他方面說，血液中含有的無數億萬紅血球——約克房屋中攜帶空氣的侍役——在這個時候沒有什麼空氣攜帶了。他們沒有了養氣，因為他們末了到肺部時，已將他們所有的養沿途分散與約克身體的各部，他們現在再又來吸收了。



在這圖中我們可看出約克室內的空氣是怎樣設備的。空氣從前門走入，經過音箱氣管而入肺臟。這肺很像海綿的空間，裏面滿生着生活細胞。這細胞是列於空氣和血液之間的。牠能吸取空氣裏的養氣，送到血液裏去。又能把血液裏的炭氣和水分驅入空氣，使他們仍舊呼了出來。



這是一個肺中的氣胞，把牠放大便可看出牠的壁上，一面是血液，一面是空氣。由小肌肉那樣一伸一縮，就把大部分的養氣吸收去了。

其後所見的現象是很單簡的。雖然肺細胞的薄層，那裏通過兩個氣流——一流是由空氣到血液，其他一流是由血液到空氣。肺細胞實擔任監察和指導這兩道氣流的。炭酸氣和不需要的水分由此遂入體外的空氣中——若我們對着玻璃窗片上呵氣，便可以看出那些水分——而空氣中的養即進入血液中。因為要舉行這樣的交換，所以約克有個通氣的組織，也就是我們呼吸所以日夜不停止的緣故。我們吸收養到血液中，和將血液中的炭酸氣與水分排出，就是我們舉行呼吸的效用。

將養載去的紅色小侍役 養被吸收後，立即被特設在血液中的紅色僕役提取應用，且他們能將極大部分的養運載回去的。小分量的養當然可以溶解在血液內，和能溶解在水中那樣，但約克的房屋對於血液所溶解的那小分量的養所能生活的，紅色侍役於是便使全體生出變化。各紅色侍役都可把極大分量的養，壓縮攏來負載攜帶成爲牠的體積。

血液連同牠攜帶空氣的僕役，離開肺後，便回到約克抽水機的左

側，立即被驅向前方，將空氣供給約克身體的各部分。所有赤血球離開抽水機，即進入一個大運道內，但不久就分開。一個赤血球也許要遊歷過約克的足趾，而另一個血球也許要跑到約克的視偵察員面前，約克的房屋沒有一部是赤血球忘記不走到的。

新鮮空氣的分送到約克房屋各部分 在任何情形，血管壁都是愈細愈薄，而我們現在所能見的現象，恰和在肺臟內以前那所見的情形一樣——但其作用却是相反的。在肺內紅色僕役得到養氣，到現在他們就分送養氣。血液中所以要有紅色僕役的存在，就是為這個緣故。約克身上的大多數細胞，都和空氣遠相離隔，假使那些細胞是生存，那麼就必需要空氣的供給，必需將空氣送給他們。這個就是抽氣機的肺，抽水機的心，和供奔走的赤血球，所以生存在身上的理由。那些遠在約克的足趾，眼，肝，和肌肉等處的細胞，因缺乏空氣的緣故，變為萎靡不振的狀態，等到把新鮮空氣傳遞到那些呻吟的細胞後，赤血球就沒有原來那麼鮮紅，他們就立即跑回內心內。

但我們切勿忘記了碳酸氣和水分。細胞需要養以供燃燒。他們要得氣力和溫暖，而他們所燒的燃料，大部分是炭——很像我們所用的煤炭——和輕。炭用養燃燒時即得碳酸氣，而輕用養燃燒時，即得到水。所以約克房屋的細胞常常製出碳酸和水。所以從約克足趾或眼部出來的血液，缺養，而滿貯了水分和碳酸氣，而且血液中的空手細胞，竄回肺部希望得着些養氣，同時他也將這些消耗的物質——其中的一種碳酸氣是很有毒的——搬運到肺，以便排泄出去。

監視約克呼吸的監察員 現在我們可以考慮那些竄入肺的空氣，和牠怎樣的重復出來。這些空氣並不和原來的空氣一樣，並且比吸入時更要溫暖些，因為牠於片時內，曾與約克的溫暖血液，很接近的緣故。

空氣出來時，沿途俱依着原來的路徑行走，一直到濾氣器的鼻都是相同的，到了濾氣器那裏，於是有稍為不同的行程。在出來行程中，牠當然要重復經過那個狹窄的裂口，但通過裂口時，通常並沒有甚麼困難，也沒有甚麼聲響——雖然說沒困難和聲響，但約克若想說話或是唱歌時，自然就會發出聲響了。

現在還有一個問題，留給我們討論的，就是我們吸氣時，由什麼東西把空氣牽引進來，而我們噓氣時，又由什麼把空氣送出呢？若我們注意了我們的自身，我們便可相信，我們在健康的時候，『吸入』是須我們努力的，『呼出』是牠自己的動作，那是很不錯的。吸入或說吸氣，是像把彈性的膠皮帶拉長那樣，呼出或說呼氣是像讓牠重復還原那樣。

每回吸氣，都是由約克的一定肌肉所主理，——這些肌肉是專為此目的而存在——而聽命於在腦下部的特組監察員。這些監察員，發『吸入』的命令，每分時大約是十六次至十八次，但要加快些，或是要緩慢些，那就依據當時的情況而定。發熱病的時候，或約克跑得劇烈的時候，那就消耗了大量的養，所以約克便要呼吸得更快些。在他方面，倘若約克因自己試驗，故意命令他很快的舉行若干次極長的呼吸，到了片時以後，他便覺得呼吸要感覺很困難了。那是因為血液和組織內都滿了養，那並非約克所需要的。深呼吸 Deep breathing 是很緊要的。舉行深呼吸，我們便能將滯止不流動的空氣，排出肺葉之外，我們的肺便比日常所需要的要大些。

了。這事設非真確，那麼我們便應不能做任何異常的努力了。

曾經證明約克腦中的監察員，監視着那些從他們面前經過的血中碳酸氣。倘若有些碳酸氣上升到腦，於是他們立即使約克的吸氣加深，等到這部分的碳酸氣重復降落為止。他們的功能，是使血液中的碳酸氣，保持在危險界之下，因為有這個目的起見，所以從約克的最初次呼吸起，到最終次呼吸止，他們都永遠監視着和指導着，並不稍事休息的。

我們呼吸時胸腔內的現象，他們動作所經過的肌肉，其中首要的肌肉，是一大片肌肉橫張於約克房屋中層和下層之間。這大片的肌肉，叫做「膈膜」Diaphragm，牠得到命令要收縮時，牠就將牠的自身收縮成扁平，使約克的胸腔加多些空間。若膈膜停止工作，那麼約克便不能生存很久了，這片膈膜的動作，是受約克肋骨間多數其他肌肉所幫助的。這些肌肉和其他許多種種肌肉，都有和膈膜相同的作用——就是當他們收縮的時候，他們都能使約克的胸腔擴大。

當我們使用那具抽氣機的肺時，所見的現象和牠的效果恰是一樣的。胸腔就是一對的抽氣機，當胸腔擴大時，空氣就能從外界衝入。在外界的空氣，有一種壓力，叫做「氣壓」，直接將空氣壓入我們在肺內所做的一個真空的空間中而充滿牠。有許多人用壓力抽機的作用，來壓迫空氣輸入，恰像約克的抽水機，壓迫他的血液一直向前流行那樣；但我們呼吸是用一個吸力抽機的裝置，並非用壓力抽機的。

在我們呼吸時緊張的億萬個彈性纖維，空氣進入體內，和胸腔被擴張時，胸壁都在一個緊張的狀況中。

肋骨略彎曲，肌肉預備回復他們原有的形狀。不特如此，肺內藏有大量的黃色彈性纖維，環繞他們的實質，有幾十萬幾十萬之多，當肺因空氣充滿而緊張時，所有這些彈性纖維也就緊張，並且同時也準備重復鬆寬還原。所以吸氣肌停止牽引的剎那間，這些彈性的纖維就弛緩還原，胸腔也回復牠原有的大小，空氣亦就被壓出去，那就是「呼氣」的現象。我們徐徐的用肌肉壓迫胸腔，我們自然能舉行「壓迫呼氣」。我們咳嗽時，唱歌時，說話時，或打噴嚏時，我們也可以用壓迫呼氣的；但尋常的呼氣，全然用不着什麼肌肉。

有時人年紀已老，或者運動太少，他們便失卻肌肉，肋骨和肺所有的彈力，肺臟不能真正空虛，但永久留下過度的緊張，於是各種疾病都隨着來了。

怎樣少女有時不能仿效約克的好榜樣 呼吸是我們人人極自然動作之一，無須教導的，也是非常重要的事件。惟有我們有時沾染了防礙呼吸的愚闇習慣，那就受了不良的影響。犯這毛病的，約克（指少年男子）不及少女那樣壞，因為她有時用布綑紮她的胸部，那是足以妨礙她膈膜的運動，和她肺部適宜的充滿。造物意思是要約克房屋的各部都有自由的運動，不取任何的方式來拘束他們的，若造物以為約克應當要有件緊身馬甲，較為合宜，那麼早就會替約克預備一件了。

約克的無線電話

收藏聲音的匣子 我們記得，空氣下行到約克房屋的通氣管時，必定要通過一個很狹窄的地方，這個地方是開放着讓空氣通過的。那個地方，對於吸入空氣是完全無用，雖然約克確能利用那些吸入的空氣，造成聲音，以及說話，但是約克由那地方藉吸入的空氣，來發聲和說話，那是很足，以使約克厭煩的，就是那些聽約克這麼說話的人也覺得厭煩的。這個狹窄的地方，和包圍着牠的音箱，他們的真正職務是利用那從抽氣機回出來的空氣。這些空氣，我們記得比進去的時候的空氣較為溫暖，並且較為潤濕；牠含養較少，而碳酸氣很多，淡氣的量是一樣的。

別的動物能够發出更多的嘈雜聲音，和更多驚駭的號叫，並且很能延長他們的聲音；但其他動物的，沒有聲音能及得約克音箱所發出的聲音那麼精美，複雜，有精神，和有效用。然而實在講起來，關係約克的音匣的價值，較那生存於約克腦上部的奇異主要僕役羣還少些。

現在我們記述這音匣之先，我們必須明白，這音匣究竟是什麼，牠可以幫助約克做些什麼事？我們已經知道，約克的房屋，好像那些大事務室，那大醫院，一樣有個自備應用大電話系統，利用了牠，可使各部分彼此得互相交通。我們又很知道，這房屋中有數萬個小電池，叫做神經細胞，而這些神經細胞，彼此間藉一種奇異的生活電線，叫做神經，以互相交通，也和約克房屋的各部分相交通。這些神經，實在就是位於電線所應在的部分，就是靠這些電線傳達消息的地方；他們正當對着消息所走的途徑，以收發各方的消息。設使那些電線被割斷了，那麼消息就不能通過；他們定為兩種消息，一種只把從約克腦內『發出』的消息，傳達到各處；一種是只傳達腦內『收

入」的消息。

但是一所事務室，或一所醫院，不單需要他們自用的私家電話機，並且也要許多和外界交通的通訊裝置。

他要一具『發送』消息的機械，又要一具稱爲『收信機』Receiver的，另一種機械，以接收那些『送來』的消息。

若是一所事務室或一所醫院需要這種設備，那麼約克的房屋更需要了。其他任何房屋儘能任其孤立，但約克

房屋却是不能的。牠生成是許多房屋中之一，大家都共同生存，彼此要互相扶助，互相交通，並且要互相合作的。

時常運動的電話器 照上面講的，接收消息和發出消息的裝置，是約克房屋中的最重要的事件，但是現在

卻發生一個困難問題了。在尋常的屋宇，只在建立的地方靜止不動，並且那使屋內的人彼此互相通話，可以接

受別人的通話的電線和機械，裝置在屋內，並無何種特別困難。但倘若我們的房屋，時常向四圍走動，或奔跑，而

且隨便那一天，也許要行走百十或盈千里的路程，那麼我們就很難裝一具電話機在內面了。

當然有像無線電話 Wireless telephone 的那種器具，人能藉此種遠距離而無線的電話器，彼此間得以

接談，恰如他們彼此間可以通電信一樣。這通信的緣故，不過是靠電波，這電波在別的情形時，是沿着電線行走，

而在這裏的情形，是由空中一種不可見的物質，我們叫作以太的，由空氣傳達過去。這我們以爲是極端奇特的

了，那個情形簡直是一個最陳舊的東西，我們大家天天施行的。

約克的奮鬥實在做些什麼 我們大家都有一具發出電浪的奇異機械，在我們的咽喉內，這具機器並不需

電線，也沒有電線，我們用這機械日常和別人通電話——這意義是說「在一定距離內的接談」的意思；並且我們也有更奇異的收話器，就是我們的耳，耳收到這些電波後，即製成約克屋房「內部」電話系的一定電線，將電浪的記錄送到我們的腦內。讀了這些，我們現在對於約克的音匣所司的事，已得到若干觀念了，於是我們要看他怎樣的做這件事情。

若約克有些感覺，那具音匣當然不是時常在動作中的。惟是他不在動作的時候，他必需在一個良好的狀態中，因為空氣永遠必須通過這具音匣的，要利用或不要利用那些空氣，都是根於牠自己選擇的。

這個奇異的音匣，或喉，約克無線電話的傳信器 *Message-sender*，是由幾片不相連的軟骨所構成，這些軟骨是一種堅固，精緻，韌性的，不是骨而很像骨的物質。約克房屋長到很大的時候，這些軟骨容易附着過量的石灰質，比本來更要和骨質相似，這也許是老年人的聲音會變化，而為柔弱和震顫的大原因。

約克的音匣發育甚大的時候，當這幾片軟骨都聚在一處時，他們便構成一種箱匣，這個箱匣我們全然可以看得見和感覺着在咽喉內的，有時稱牠為亞當的蘋果 *Adam's apple*，原由於愚蠢的觀念，說牠是個蘋果，亞當把牠吞嚥下去，而黏着在他的喉內。雖然這麼說，這所謂「蘋果」的，在男子確是比女子的要大些，而且更容易看見些，那是男子的聲音，要比女子的較強而較深的緣故。

當約克（指男子）和女孩在幼年時，他們的音匣都是很小的，但到了他們將成丁的某時期，他們的音匣，便長得很大，而約克的音匣尤其大些。在約克方面，在一時期內，他的音匣變得那麼快，於是他失掉節制音匣的能力，

他的聲音便起破裂音的樣子，聲音時高時低，不能隨他的意旨而定了。並且約克倘若是一位能歌唱的人，他的純粹兒童式的高音調也就從此失去，逐漸變爲他絕未有過的較深音調。

當音匣已經成長的時候——假定這樣說——我們就能直接在咽喉內覺有向前凸突的最大軟骨，在這最大軟骨下面，我們可以感覺有個整齊強健的環形物，這環形物是最下的軟骨，支持其他各軟骨的。

但我們若非真的見了音匣的內容，我們決不能知道他究竟是怎麼樣。約在五十年前，有個西班牙的創作家叫麥鈕爾加栖阿 Manuel Garcia 的，他是一個唱歌的教師——活了足有一百多歲，逝世還不久——他要想能看見他自己的音匣內容起見，果然創造了一面小的反射鏡，這小鏡能放入任何人的喉底，用了這鏡可將音匣的內容反射出來，使人能看得見他的內面。加栖阿氏創造這個喉頭鏡，因爲他要研究唱歌罷了；但後來更進而喉頭鏡遂成爲一個對於醫界有價值的發明，使醫界中人保全許多生命和聲音，和使人類減少無限的痛苦。

幫助人們說話的聲帶 我們用喉頭鏡能察見的是一對聲帶 Vocal cords。當他們完全健好時，是帶淡白色的，兩條同時運動的，或相向滾攏，或相背趨開，都是又快又容易又相等的，所以兩聲帶間的空間，常正在喉頭的中間，也可以說是約克房屋的正中。若有一條聲帶運動不良，其他那一條就會移過來，想和那一條相遇。倘若約克講話講得太多，或者吸煙吸得太多——那是很普通的原因——又像許多人那樣，飲酒過度，那麼兩條聲帶就不呈淡白色，却略帶紅色，於是所發的聲便粗澀不清，並且容易感覺疲倦。

聲帶是由純粹的彈性纖維所構成，上面蓋着一層光滑扁平的細胞。圖中所示，他們的前端是緊相連接，在

大軟骨前部的下面，這軟骨我們是很容易看見和感覺着的。

但各條聲帶都是附着於一小片分離的軟骨的角端後面，各該軟骨生成是那麽情狀，所以牠能自行轉動和自行屈折。牠向一方屈折時，牠即將那條附着牠的聲帶的末端，推向喉頭的中間，使和另一條聲帶相接近。在健康的時候，兩條聲帶都時常共同運動的，所以在這種情況之下，兩條聲帶就差不多相接近——不是十分接觸，不過很是相近。每當約克談話或唱歌的時候，這聲帶的開合，就是約克所做的第一件事；設使他不能使他的聲帶照上述的情形，兩相接近，那麼他便失掉了他的聲音，只能作耳語了。

約克盡力高呼的時候——在那個軟骨——就是牽動那附着的聲帶末端的——向其他方向移轉時，他就將聲帶從中央離開，並且和另一條聲帶遠離。這兩個小軟骨同這樣移動時，那麼本來是一條狹窄的裂隙，現在變為一個三角形的開口，讓空氣不發聲响由任一方向出進。

當約克使兩聲帶接近，而空氣正由他的胸腔出來時，那麼我們在那時間的舉動，起幾種現象。第一，約克不能使他緊張的肺，肋骨，和肌肉等，使空氣放出，照常那樣滿意。因為不必給他充分的力量以供他的目的。故在這時候，他就行一種壓迫的「呼氣」，徐徐壓他的胸腔，使空氣賴此非常的力量，上升到氣管。他壓迫胸腔愈甚，則所得的效果便愈大，而在盡力高呼或高聲歌唱時，他是將胸腔壓迫到最高限度，未將他的聲帶衝開，於是一切都起損壞。

傳播各方向的音波 但是約克所做的還不止此。他不單把聲帶互相接近，且也漸漸使聲帶緊張。那聲

帶後端所附着的軟骨，就位於環狀軟骨的頂上，這環狀軟骨後面呈印環狀態，並且有個寬敞的地位，留備他們安放其上。若約克認為合宜的時候，那麼他可以拉扯上面的小軟骨向後，使他的聲帶緊張；在那時候，若有氣流受強度的壓迫，驟然向聲帶衝突，聲帶就沒有別的，只有震動或顫動 *Vibrate or tremble*，如你用手手指挑撥任何拉緊的索帶一樣。

於是約克的無線電話機就發生空氣波 *Air-waves*——普通稱為聲音——這空氣波離了約克的房屋，許就被任何收音器接收，例如人的，或動物的耳官，抑或留聲機器的收音機等。這些波浪，也像其他無線電話或無線電信所有的電波那樣，分向各方散佈，並且因為沒有電線來限他們，所以不能超過一定的限度而傳導。

說話的精采所倚賴細微事件 聲音的高低度 *Pitch*，是根據於每秒時所成波動的數目，而波動的數目却全然根據於約克聲帶的緊張度。聲帶的緊張度是各人不同的，因為有些人有厚而長的聲帶，這種聲帶雖也可以收緊，却時常振動得更緩慢，發出較低的聲音。但隨使那一個特別情形，約克若緊張他的聲帶時，即可發出較高的音調，他弛緩聲帶時，便發較低的聲音。約克說話的時候，以及唱歌的時候，隨時都可以收放他的聲帶，來發高低的聲調的。若留心注聽別人說話，你便能聽見他的聲音高度，怎樣時時不同的升降了；例如有個人發話問你，縱使他用一種你所不懂的語言，例如西班牙語，那句問話雖然不懂，却也能够由聲調高低度的變換知道是句問話，說話和朗誦的精采，趣味和語勢，一半是根於這些高低度的變換 *Changes of pitch*，而高低變換，則靠一對細微肌肉的功用，和一对特殊神經。

約克房屋的各部分怎樣幫助他歌唱。在善於歌的人，這種能力是很可驚的。他們能够依着他們的意思，

節制所發聲音的高低度於廣大的範圍；他們能保持音調的清晰和精采，使他們低聲歌唱時，或最高聲歌唱時，歌聲有同等的清楚，同等的動聽；並且他們也可以變換音節的性質以表各種不同的情感，顯出所歌所述的悲觀。

但這並非以爲那音匣的自身，沒有任何的幫助，便可和上述的那樣，可以高唱入雲，而字眼清楚，聲調抑揚，使人動聽的，其實音匣自身很少發成字句的。在反對方面，約克房屋的鄰近各部分，當約克說話時，或歌唱時，都要引起援助的。約克變換音節的高低時，他可以覺着他的音匣在喉內升起或降落。他說話或唱歌得高深時，他能够感覺他的全部胸膈振動，以幫助製成他所要發的聲音。且他咽喉的全部，也在那裏動作。當他初學唱歌的時候，他雖然多用他的咽喉致遏制他的聲音，他人就說他是一個發喉音的歌者。他的舌也常在動作的，或平放在口內，或周圍轉動以造成母音字或子音字的聲音。他的唇也在那兒工作的，像聾耳的人很知道的，因爲他們不能聽清楚，常要依人家唇部的動作來研究的。他口蓋後方的軟腭，就向着他鼻的後方提高，所以他不能發生鼻音；並且在那些美歌的人，當他們高聲大聲歌唱時，假使我們用手指按着他們的鼻孔或頰骨的上面，我們可

以覺得，他們的鼻，他們的頰骨都在振動，幫助他們所發的聲音，正像胸腔對於較低的音調所作爲的一樣。

動作所以製成語言和音樂的機械 隨時我們正當發言或歌唱時，凡這具構造複雜的機械，俱極舒泰的，敏捷的，和極和諧的共同動作，或製成一種天籟的語言，這種天籟的語言，能够表達顯著的，例如快樂 Joy，或悲傷

Sorrow等的情感，使人人聽了都可以明白了解的，那就叫做音樂；又或另製出一特組的音波——和那阻澀音波

的，我們稱爲子音的，例如 P, B, T 等便是——那特組的波浪製一冊或一組的符號，恰如尋常電信上所用的電碼冊一樣，那就是平常所用的語言。我們天然的語言，對於我們似覺很自然，因爲我們同着那些語言共生長的；但語言簡直是一種純然人造的和特創的電碼冊，我們批閱隨便那一種我們不諳曉的冊子——縱然就是我們所用的電碼冊——便可明白那是人造的，並且要稱牠爲「無意義的」了。屬於此的唯一例外是在普通電碼冊中，只有少數的幾個字，確不是人造的，乃是多少仿效天籟的聲音——那般的字，例如咻，嚶，叮噹，及喔喔等是。

以上的情形，是約克的無線電話器。雖然我們只記述他的最微細部分，也可以知其大概了。

