

心理學叢書

的時期的
變化
怒變
懼體
饑身
痛

卡 儂 著
臧 五 詮 譯

商務印書館發行

序

恐懼,忿怒,疼痛和饑餓都是人和低等動物共有的原始經驗。這些經驗最能支配人類和畜類的動作。所以明瞭伴隨這些經驗的生理狀況在解釋行爲上是有一般的,根本的重要的。

近四年中哈佛大學(Harvard University)生理實驗室裏作了一系實驗,考究疼痛,饑餓和有主要的情緒時身體發生的變化。結果發現了一簇驚奇的生理變化,都可看作是維護個體的安全和生存的反應。這些生理的適應的本身和解釋是很有趣的,這不獨對於生理學家和心理學家爲然,對於別的人也是一樣,所以很覺值得把原在美國生理學和醫學雜誌發表的實驗報告由適宜的形式集在一起。我把研究的結果和討論加以順序的,貫串的編排,專門的術語力避不用或附加解釋,這樣一來,即是不通醫學科學的讀者也容易看懂本書。

我對於伴隨疼痛,饑餓和強大情緒的生理狀況的興味是先前研究營養管(alimentary canal)的活動時引起來的。這些研究的述要在一九一一年發表,名叫消化中機械的原

素(The Mechanical Factors in Digestion). 本書裏邊的研究可以看作是前書所報告的情緒狀態對於消化過程的影響的研究的廣續。

著 者

1915.

目 次

第 一 章

	頁 數
情緒在消化上的影響	1—14
引言	1—3
利於消化液常態的分泌的情緒	3—5
不利於消化液常態的分泌的情緒	5—8
利於和不利於胃腸收縮的情緒	8—11
疼痛攪亂消化的過程	11—12

第 二 章

供應各種情緒的內臟神經的組織	15—27
引言	15—15
外延的神經原	15—17
外延的神經原的三部	17—18
“交感部”神經原廣遠的分布和作瀾漫的活動的配置	18—20
腦部和薦骨部的神經原作特定的活動的配置 ...	20—21
腦部是體力的保養者	21—22

薦骨部是一組司排放的機制	22—23
交感部敵對腦薦二部	23—25
副腎的分泌物和交感部的神經原有同樣的作用	25—26

第 三 章

證驗副腎分泌物和他的神經制裁的方法	28—36
引言	28—28
刺激內臟神經引出副腎精的證據	28—30
情緒激發時副腎的分泌	30—31
從副腎靜脈附近提取血液的方法	31—32
檢驗血液是否含有副腎精的方法	32—35

第 四 章

有強烈的情緒和疼痛時副腎的分泌	37—47
引言	37—37
情緒激發時副腎的分泌物真有增加的證據	37—42
“痛覺的”刺激增加副腎分泌物的證據	43—44
別的研究家對於我們的結果的證實	44—47

第 五 章

疼痛和情緒激發時血糖的增加	48—59
---------------------	-------

引言.....	48—50
起於疼痛的糖尿	50—51
情緒的糖尿	51—55
副腎腺在情緒糖尿中的作用	55—57

第六章

刺激內臟神經使副腎腺起分泌作用以後疲勞肌肉的收縮 的進步	60—70
引言.....	60—62
神經肌肉的標品	62—64
內臟神經的標品	64—65
刺激內臟神經對於疲勞肌肉的收縮的影響.....	65—66
肌肉的記錄上第一個昇進	66—67
肌肉的記錄上長時的昇進	67—68
兩個原素動脈的血壓和副腎的分泌物	68—69

第七章

變更動脈血壓對於疲勞肌肉的收縮的影響.....	71—81
引言.....	71—71
提高動脈血壓的效果	72—76
減低動脈血壓的效果	76—78
變更動脈血壓的效果的解釋	78—79

疼痛和情緒激發時動脈血壓的提高了的價值…… 79—81

第 八 章

副腎精消除疲勞產物的特效	82—100
引言	82—82
閾限刺激的變異可為感應性的權度	82—83
確定閾限刺激的方法	83—85
因疲勞神經肌肉的感應性的低減	85—87
由休息疲勞的肌肉恢復常態的感應性的緩慢	87—88
由副腎精的作用疲勞的肌肉恢復常態的感應性的迅速	88—92
副腎精的恢復作用是特定的之證據	92—96
副腎精在肌肉上的作用點	96—99

第 九 章

副腎精促速血液的凝結	101—122
引言	101—103
測量血凝時間的圖記法	103—109
從皮下注射副腎精的效果	110—112
從靜脈注射副腎精的效果	112—118
副腎精促速血凝不是由於直接影響血液	118—121

第十章

疼痛和情緒激發時血凝的加速	123—143
引言	123—123
因刺激內臟神經血液凝結的加速	124—129
若無副腎腺刺激內臟神經不能促速血凝	129—132
“痛覺的”刺激促速血凝	133—137
情緒的激發促速血凝	137—143

第十一章

疼痛和情緒激發時的身體變化的效用	144—167
引言	144—144
疼痛和主要的情緒激發時身體變化的反射性與各種反 射的效用	144—147
增加的血糖是筋肉的能力的淵泉	147—151
血裏增加的副腎精能够消煞疲勞產物	151—152
通常分泌的副腎精是否禁制體內耗用糖分的問題	152—155
副腎精引起的脈管的變化利於作極大的筋肉奮力	155—156
呼吸作用上的變化也利於奮發筋力	156—158
氣閉的效果類似疼痛和情緒激發時的效果	158—162

血液速凝有防止失血的效用	162—163
--------------------	---------

第 十 二 章

情緒的激發有充實體力的效用	168—179
引言	168—168
“能力的庫藏”	168—171
競賽的遊戲的興奮和體力	171—172
教儀的和別種的跳舞的狂暴和耐苦	172—174
戰鬥的暴烈情緒和掙扎	175—176
觀眾和音樂的刺激作用	176—177
強力的感覺	177—178

第 十 三 章

饑餓的性質	180—206
引言	180—180
食慾和饑餓	180—182
饑餓的感覺	182—183
謂饑餓爲一般的感覺的學說	183—186
謂饑餓爲一般的感覺的學說其根本假定的弱點	186—187
養分貧乏時可以不覺饑餓	187—188
謂饑餓起於一般的生理狀況的學說不能說明饑餓迅速	

的襲來和他的週期性·····	188—189
謂饑餓起於一般的生理狀況的學說不能說明局部的指 證·····	189—191
饑餓不是起於胃的空虛·····	191—191
饑餓不是起於空胃裏的鹽酸·····	191—192
饑餓不是起於胃黏膜的腫脹·····	192—193
饑餓是胃壁等處收縮的結果·····	193—193
空胃和空腸的收縮·····	194—194
暗示收縮引起饑餓的觀察·····	195—196
人類中收縮和饑餓的伴起·····	196—202

第十四章

各種情緒間的關係·····	207—219
引言·····	207—207
表現於自動系交感部的情緒和表現於腦部的情緒的敵 對·····	207—209
表現於自動系交感部的情緒和表現於薦骨部的情緒的 敵對·····	209—210
饑餓的作用·····	210—212
不同的強大情緒中內臟變化的近似和這個現象在心理 上的意義·····	212—218

第 十 五 章

戰 鬪 的 情 緒 之 變 式 的 滿 足	220—231
引 言	220—220
軍 國 生 義 家 重 視 戰 鬪 的 情 緒 和 本 能 的 力 量 的 論 據	220—222
反 對 戰 時 表 現 的 爭 鬪 的 情 緒 和 本 能 的 聲 浪 日 高	222—223
勇 武 之 德 是 要 保 存 的	223—224
用 道 德 的 努 力 替 代 戰 爭	224—225
用 身 體 的 努 力 替 代 戰 爭	225—227
國 際 競 技 的 重 要	227—231

附 錄

本 書 所 根 據 的 各 項 研 究	232—234
---------------------------	---------

第一章

情緒在消化上的影響

進化論說人類是從低於人類的動物發展來的，這個學說大有闡明複雜的人性的功績。學者多用此說解釋構造方面的特點。體內的器官沒有明顯的用處的於是都得了合理的解釋，說是遠祖特有的或那時有用的器官的遺跡——因悠遠的種族遺傳保留於人體的部分。機能方面的特點也適用這樣的解釋。孩童和迥異的民族的表情動作 (expressive actions) 與姿勢——如怒時的面孔——學者發現是生來的，頂好解作是類似見於低等動物中的那些反應在人類中的遺留。

生物學從這個見地教我們關於人類行為的動機得到更明瞭的觀念。十九世紀流行的社會哲學或假定人的行為取決於趨樂避苦的盤算，或說行為發於一種曖昧的才能 (faculty)，叫作什麼良心或道德心。但是學者在各種情況把人類和動物的行為作比較的研究，特要看什麼是強力的衝動的淵泉，逐漸發露前日心理學家的學說的不妥。我們逐見各種的人和多數高等動物中行為的淵泉就在表為特

殊的本能動作的某些情緒的勢力中。

高等動物中這些根本的反應在體內的活動上有什麼作用，學者還沒有什麼注意。研究情緒激發時身體所有的變化生理學家委之哲學家，心理學家和自然學家。不過通常這些人對於研察生理機能經驗太少，不能利用粗淺的觀察所得的提示進行精到的研究。於是關於情緒的狀態我們知道的就太少了。

情緒的激發自然有許多外面的表現。血管收縮，結果面色蒼白，“冷汗”發洩，唾液停流，於是“舌乾上捲”，瞳孔擴大，毛髮森豎，心跳加速，呼吸促迫，筋肉戰慄，痙攣，特是嘴唇四周的筋肉——這些身體的變化都是疼痛和情緒騷動時——如恐懼，驚駭和深惡——熟知的伴起現象。這些常見的平易的生活的騷亂多是顯著的，容易觀察的。即如心跳的加速也可藉脈搏從表面看見。但是更有些別的器官深在體內，他們表現伴隨強烈情感而起的騷動不如接近或位於皮膚的器官那樣明顯。我們必用特殊的方法才能決定情緒的*激擾中是否也連係這些深藏的器官。

司消化的器官也是很為情感所影響的器官的一部。各種情感和營養管(alimentary canal)的活動的關係特別有

* 本書用“情緒”(emotion)這個名詞意義不限於劇烈的情感狀態，更兼指各種“感情”(feelings)和別的情感經驗。有時為避免說話的迂笨，我也由通俗的樣子用他，好像感情能激起身體的變化。

趣，因為近時的研究證明不只是消化過程的初級例為食物的好滋味，好氣味，好形色所引起；更知疼痛和情緒的激發可以阻遏消化過程的發動，若已發動，可以打斷他的進行。於是情感中間和伴起的身體變化中間可以發現衝突，這個衝突有趣的影響以後再講。

利於消化液 (digestive juices) 常態的分泌的情緒

彼得格勒大學 (University of Petrograd) 巴夫勞甫 教授 (Prof. Pawlow)¹ 用狗作巧妙的實驗，研究利於消化作用的情感，大著成績。用精巧的手術他能把狗胃的一部作個旁囊 (side pouch)，囊腔和收受食物的正腔完全分離。這個旁囊的神經和血管一如常態，因為他開口在身體表面，所以在各種情況下他所分泌的胃液 (gastric juice) 的分量和性質都可作精確的測定。旁囊包含的一部胃壁的分泌可以代表全胃分泌的活動。這個方法有個特別的好處，就是所得的胃液不雜有食物。於幾個經過這個手術的狗的食道 (esophagus) 上也作個開口，食物嚥下，不直入胃，中途掉了出來。因此吃的愉快都能經驗，又沒有因飽而停吃的必需。這個方法叫作“佯飼” (sham feeding)。狗的健康加意看護，他們仍過狗的常態生活，許多年月成為實驗室裏的愛物。

巴夫勞甫 用佯飼法證明狗們咀嚼，嚥下愛吃的東西，約五分鐘以後，胃的旁囊就流出天然的胃液來——胃液湧流

伴着食物的咀嚼和嚥下，停食以後還續流些時候。食物入胃顯然不是胃液分泌的首要條件。既然只當狗有食慾(ap-petite)，且食物好吃時胃液才流，所以斷定這是一個真正的，心理的分泌(psychic secretion)是完全有理的。

僅見或僅嗅愛吃的東西就足使胃液湧流，多年以前比德爾(Bidder)和史密締(Schmidt)²從一餓狗見此現象，這個狗有個胃管道(fistulous opening)經體壁通到胃裏。這個觀察發表於一八五二年，以後施富(Schiff)和巴夫勞甫先後把他證實。誰都知道看見或聞着好吃的東西嘴裏“出水”，“他饑得我嘴裏流湯”這句話已成食物動人的絕大證據了。預備消化要吃的東西胃也“出水”，上邊研究狗的結果證得明白。

唾液的起首的心理分泌對於以後的消化的重要，可於這事看出：味覺能增進食慾的愉快，但只當食物溶在嘴裏，因以接觸味官，方能嘗着滋味。使嘴裏“出水”的唾液保證乾而可溶的食物得以分解，即當食物大量地入口，也能這樣。

胃液起首的心理分泌的重要從這事可以明白：胃液的酸或他的消化物刺激胃臟幽門端(pyloric end)的黏膜，消化的時候胃液方繼續湧流；胰汁(pancreatic juice)和膽汁(bile)的分泌也因胃液刺激十二指腸(duodenum)的黏膜而起。所以消化過程的發動全靠口味(palate)的滿足，和在先的幾種消化液隨起的湧流。

實驗低等動物所得的結果對於人類也是不錯。有時因偶然吞咽腐蝕性的東西食道大傷，癒後管壁長合，管道閉塞。於是須作一孔，穿過體壁通到胃裏，患者照常咀嚼食物，但將咀嚼過的食物，從嘴裏排入通過胃孔的管裏。於是食物從口入胃不經胸腔，而經胸腔外邊的管。一八七八年李穡 (Richet)³ 研究一個女孩，她的食道閉塞了，用胃管 (gastric fistula) 進食，他的報告說，每當她咀嚼或嘗着極有滋味的東西，如糖和檸檬水，這時候胃正空虛，胃管裏就流出好多胃液。後來有些研究家³ 在人類，特是兒童中，見着同樣的事例，他們報告的詳細結果和實驗室裏得的巧相符合。浩恩包格氏 (Hornborg)⁴ 見他所研究的小孩若嚼好吃的東西胃液總有活潑的分泌，咀嚼不相干的東西，如赤鐵樹膠 (gutta-percha)，就沒有分泌發現。這一切的研究都證明咀嚼時伴隨食物的香味而起的，或看見，聞着上等食品先食而起的愉快情感，利於在先的幾樣消化液——唾液和胃液——常態的湧流。

這些事實在供食上是根本重要的，尤其是因為疾病而食慾無常的時候。食品裝盛的雅緻，美感細節的留意——碗碟的擺列，食物的切法，盤邊的瓶花——都可助使食物悅目，香鼻；健康是否要開始回復也可取決於這些地方。

不利於消化液常態的分泌的情緒

不愉快的情感，如煩懣 (vexation)，窘擾 (worry) 和焦急 (an-

xiety), 或重大的情緒,如忿怒和恐懼,若得發作,利於消化的活動就全被禁制。說到唾液的分泌,這事早就知道了。心裏焦急的人當衆演說時嘴裏發乾,就是個平常的例;印度的“米判”(ordeal of rice)就是實用情緒能止唾液的知識。教嫌疑犯們同時咀嚼神聖的稻米,嚼了一時,吐在神聖的無花果樹葉上。若有人吐的米發乾,就證明是怕被發覺禁制了唾液的湧流,因即斷他有罪。

學者證明胃液的分泌也受情緒的制止,和早已知道的唾液的分泌一樣。例如浩恩包格不能在他有胃管的小患人證實巴夫勞甫的話,饑時只見食物胃液就流出來。浩恩包格解釋他和巴夫勞甫的結果不同是由於小孩和狗對付情境的方法兩樣。呈現食物,隨又拿去,饑狗急於要吃,胃液不久就流出來。小孩不然,不能立時得食,馬上惱怒,啼哭;於是沒有胃液發現。包根(Bogen)也有相似的報告:一個小孩食道閉塞,用胃管進食,有時因為不能得食大怒起來,等他安靜了以後給他食物,胃液沒有任何的分泌。

情緒制止分泌的效能也曾在實驗室裏見於低等的動物。勒貢特(Le Conte)說研究胃液的分泌時必須免除一切可以激發情緒的情境。把狗初次拿到生疏的環境,他們表現恐懼,勒貢特發現胃腺的活動可以完全遏止。即讓他們先自由地吃,然後加以擾亂——例如縛在桌邊——胃液隨被禁遏。等他們慣熟了實驗的手續,制止的效力就沒有了。

畢凱爾(Bickel)和佐佐木(Sasaki——日本人)⁷的研究證實，確定強烈的情緒對於胃液的分泌有這制止的效力。他們在一個狗上見這個現象，這個狗附有食道管(esophageal fistula)和一個胃的旁囊，只在體外開口，和巴夫勞甫的實驗一樣。也如巴夫勞甫，畢凱爾和佐佐木見“伴飼”引出豐多的胃液，——因嘗好味而起的真正的心理分泌。有一次，伴飼五分鐘，胃液流了二十分鐘，純粹的胃液共得66.7 喱(cubic centimeters)。

另一天，把一個貓拿到狗的面前，狗大忿怒。不久把貓拿走，撫慰怒狗。於是伴飼五分鐘。狗雖饑餓，且熱切地吃，但沒有什麼分泌。和上次實驗相當的二十分鐘的時期，只流出九喱酸汁，裏邊且多黏液(mucus)。顯然可見，在這個狗，猶如包根的狗，強烈的情緒能這樣擾亂分泌的機制，以致伴隨進食的愉快情感也不能喚起常態的湧流。

在別一次，畢凱爾和佐佐木用伴飼法使胃液分泌，等胃液湧流達到某種高度時，把貓拿來，激怒他五分鐘，以下十五分鐘裏只流了幾點極黏的胃液。這顯然是伴隨愉快心情的生理過程在別個暴怒心情以後差不多完全停止了。

有一點可以注意：畢凱爾和佐佐木用狗作的實驗中，情緒激發之有利的和不利的結果，於撤去刺激情況以後，所有的影響還繼續很久的時間。有利的方面，畢凱爾⁸於一個有食道管和胃管的女孩證實這個現象；雖沒有食物入胃，胃液

的分泌遠過進食的時期。不利於消化的影響比促進消化的更強。消化的過程若因情緒的騷亂而停止一時，食物入胃滯留不化，所以這個時候進食最不合理。孩童若才發了大怒，頂好不要緊接強他進食。馬克柏司(Macbeth)的忠告：“好的消化跟隨好的食慾，而健康兼隨二者”現在已成確立的生理學了。

唾腺，胃腺以外，別的消化腺的活動都可着情緒制止。近時阿喜斯勒(Oechsler)⁹報告，在這種心理的攪亂中，畢凱爾和佐佐木證明胃液可以遏止的，胰液(pancreatic juice)的分泌也可停頓，膽汁的湧流則完全制止。於是使食物起化學變化的一切媒介都暫時撤除了。

利於和不利於胃腸收縮的情緒

除非食物在營養管裏依次移向新的消化區域，逼近腸壁以便吸收，則消化腺的分泌物和他們作出的化學變化都沒有什麼價值。研究消化上這些機械方面的時候，我曾推斷，¹⁰恰如消化腺表現心理的分泌，胃腸筋(gastro-intestinal muscles)大概也因進食而有“心理的節調”(psychic tone)或“心理的收縮”(psychic contraction)。因為緊在動物進食“以前”切斷分布胃壁的迷走神經(vagus nerves)，用X光觀察，不見胃壁通常的收縮；若愉快地吃了東西“以後”再切斷這些神經，已經發動的收縮還繼續不停。切斷神經的時候都先使用

麻醉劑，因此實驗裏邊沒有痛覺的成分。所以動物不餓時（餓時胃就收縮¹¹），愉快的進食可以是胃腸管發現自然的收縮的首要條件。

胃的分泌為強烈的情緒所制止，胃的運動也是一樣；實在，情緒激發的時候，營養管全部的運動差不多完全停止。我早先觀察胃的運動時¹²，曾遇着一種困難，因為有些動物收縮的波動極為明顯，也有些動物就不現收縮的表徵。過了幾個星期我才發現這點不同是和性別有關的。用X光觀察的時候例用套架(holder)把貓拴住。套架雖很寬舒，而雄貓——特是小的——被套上就急躁，激擾起來，在這些時候胃的蠕動波(gastric peristaltic waves)就不發現；雌貓——特是老的——通常安然入套，照常發現胃的波動。有一次，一隻有小貓的雌貓，被套以後，從恬靜的狀態轉成焦急，不安的樣子。胃的運動立刻停止，胃壁完全弛張，於是撫慰她，聽她呼呼作響以後，胃的波動才起始發現。用手指閉塞貓嘴和貓鼻，使呼吸稍現切迫，可隨意制止胃的收縮。所以貓若有忿怒或恐懼的任何表徵，如勒貢特，畢凱爾和佐佐木見於狗的，同時胃壁的運動就完全停止。稍現急躁，胃的攪伴波動(churning waves)可以完全不見。我曾用X光窺看一隻精壯的小雄貓，一點多鐘，不見蠕動(peristalsis)開始；而小貓激奮的表徵見於外的只有貓尾不住地捲舒。貓是這樣，兔、狗和豚鼠(guinea-pig)¹³也都是這樣，——我見極和緩的情緒就

制止蠕動的進行。兔上的觀察曾經奧爾(Auer)¹⁴證實,把兔輕輕拴在套架上,這點把弄就使胃的蠕動停止某個時間。兔若因某種緣故受驚或奮力掙扎,蠕動就又消滅。狗上的觀察也經證實,婁邁爾(Lommel)¹⁵發現小狗到了生疏的環境裏可有兩三點鐘胃壁不起收縮。小狗若有任何不安或苦惱的表徵,胃的收縮例被禁制,胃裏的食物也不向外排放。

動物若現激奮的表徵,小腸的蠕動和揉搓運動(kneading movements,就是分節運動segmentation)及大腸的迴返蠕動(reversed peristalsis)一概停止,和胃壁的蠕動一樣。

窘擾,焦急和較強的情感狀態影響胃的分泌,在人類和動物既然相同,那麼,人的胃腸蠕動一定也受這些情緒的制止,恰和動物一樣。因此,精神的騷亂可引起胃口木鈍的感覺(sense of gastric inertia)。米勒(Müller)¹⁶曾見一個患者,他說焦急時永遠伴有沉重的感覺,好像食物留在胃裏。加點食物就使這個感覺增強。在這個人,強烈的情緒幾乎永遠使胃部膨悶,看那心理騷亂的強弱和久暫,膨悶延續的時間從半點鐘到幾天之久。這人並非患協識脫離(hysteria)或神經衰弱(neurasthenia),而只是一個深受心情的影響,感覺極敏的婦人。

上例裏邊胃的悶重感覺,神經過敏的人常常覺得,這可因為胃裏的食物滯留不出的緣故。食物這樣滯留實是有的,下一事例可以證明。一個嫺雅,善感的婦人,因消化不良,

同她的丈夫到波士頓(Boston)就醫。夜晚宿在旅館。次日早晨吃過診查餐(test meal),一點鐘後,到醫士的診療所裏。醫士檢查她胃裏的東西不見遊離的酸,診查餐沒有消化,前日晚餐吃的東西還有許多存在胃裏。從她的家庭醫士(family doctor)才得着胃裏積食的原因,醫士說她的丈夫趁這次入城的機會喝得酩酊大醉;醉後胡鬧,教他的妻煩躁了一夜。這位婦人安靜休息了一天,次日早晨又檢查胃裏的東西;發現應有的酸質,診查用的早餐也照常消化了,排出了。

這些事例不過拿來作個說明,專理消化病症的醫士所見的可以多倍於此。實在有人這樣說,醫院裏見的胃臟積食症,性質上大多數是機能的,起於神經方面的。這些病症最特殊的點就是這個情緒的分子。這話對於極多的事例都是對的,以致羅森巴赫(Rosenbach)說稱為“情緒的”積食(emotional dyspepsia)比稱為“神經的”積食(nervous dyspepsia)更能表明病原¹⁷。

疼痛攪亂消化的過程

進化論家早就指出疼痛和有主要的情緒時身體的變化是相似的。不過他們不知道體內的器官功能上的變化

疼痛引起的變化和情緒引起的相同,這句話對於體內的器官也是不錯的。韋爾泰謨(Wertheimer)¹⁸多年以前就證明刺激感覺消失的動物的感覺神經(sensory nerve)——有知

覺的動物受了這個刺激就起疼痛——胃壁的收縮就急速停止。耐柴義夫(Netschaiev)在巴夫勞甫¹⁹的實驗室裏作研究,他刺激坐骨神經(sciatic nerve)的感覺纖維(sensory fibres)兩三分鐘,可制止胃液的分泌到幾點鐘之久。因疼痛而起這樣的影響,人類裏也不少見。茫台格則(Mantegazza)²⁰講痛的生理的時候曾舉許多這種的例,並從而結論疼痛的經驗是有礙消化的,他減煞食慾,引起各種的積食,更制止胃的消化,使人嘔吐和下痢。“惹嘔的疼”(sickening pain)這句話證明強烈的痛覺能夠攪翻消化的過程。嘔吐易隨疼痛而起猶如常隨情緒發現。“起嘔性頭痛”(sick headache)可以是一串事情,頭痛的痛覺居先,作嘔和其他消化上的騷亂在後。

上文表明有某些情緒狀態或“情感”時,營養管裏可以伴起完全相反的變化,有些極利消化,有些妨害消化。這件事很有趣味:這些影響相反的情感的表現是由特殊的神經組織,他們在消化器上的作用彼此恰反。這些神經間的敵對性是根本重要的,不只使我們了解利於或不利消化的生理變化的活動,更教我們明白情緒狀態間的衝突。講明這些神經的配布和活動的方式可給以後的分析和結論作個堅固的根基,所以下邊就講他們。

參 考 書

1. Pawlow: *The Work of the Digestive Glands*, London, 1902.
2. Bidder and Schmidt: *Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel*, Leipzig, 1852, p. 35.
3. Richet: *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1878, XIV, p. 170.
4. Hornborg: *Skandinavisches Archiv für Physiologie*, 1904, XV, p. 248. Cade and Latarjet: *Journal de la Physiologie et Pathologie Générale*, 1905, VII, p. 221. Bogen: *Archiv für die gesammte Physiologie*, 1907, CXVII, p. 156. Lavenson: *Archives of Internal Medicine* 1909, IV, p. 271.
5. Lea: *Superstition and Force*, Philadelphia, 1892, p. 344.
6. Le Conte: *La Cellule*, 1900, XVII, p. 291.
7. Bickel and Sasaki: *Deutsche medizinische Wochenschrift*, 1905, XXXI, p. 1829.
8. Bickel: *Berliner klinische Wochenschrift*, 1906, XLIII, p. 845.
9. Oechsler: *Internationale Beiträge zur Pathologie und Therapie der Ernährungsstörungen*, 1914, V, p. 1.
10. Cannon: *The Mechanical Factors of Digestion*, London and New York, 1911, p. 200.
11. Cannon and Washburn: *American Journal of Physiology*,

-
- 1912, XXIX, p. 441.
12. Cannon: The American Journal of Physiology, 1898, I, p. 38.
13. Cannon: American Journal of Physiology, 1902, VII, p. XXII.
14. Auer: American Journal of Physiology, 1907, XVIII, p. 356.
15. Lommel: Münchener medizinische Wochenschrift, 1903, I, p. 1634.
16. Müller: Deutsches Archiv für klinische Medicin, 1907, LXXXIX, p. 434.
17. Rosenbach: Berliner klinische Wochenschrift, 1897, XXXIV, p. 71.
18. Wertheimer: Archives de Physiologie, 1892, XXIV, p. 379.
19. Pawlow: 見前, p. 56.
20. Mantegazza: Fisiologia del Dolore, Florence, 1880, p. 123.

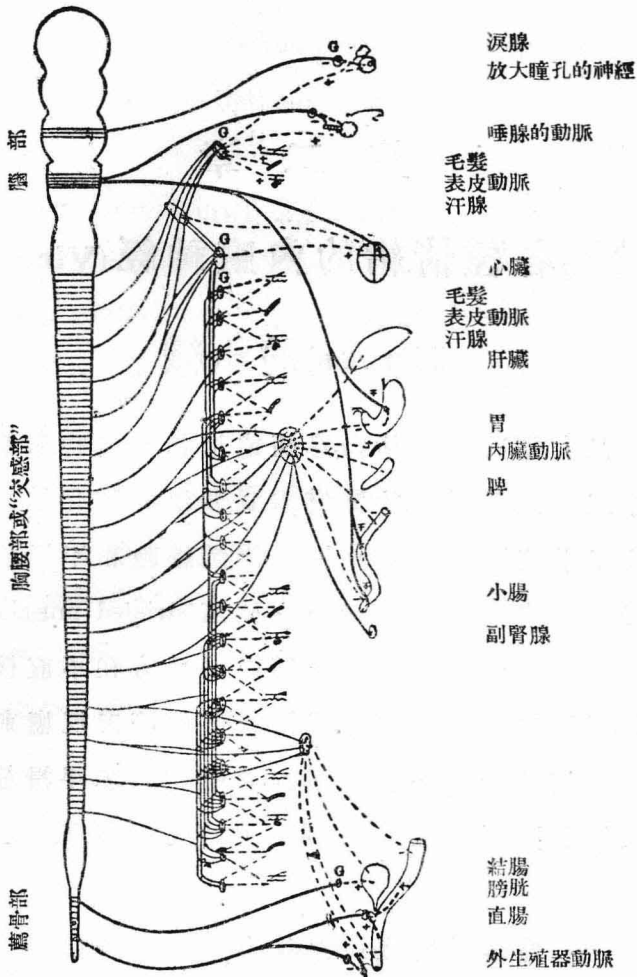
第二章

供應各種情緒的內臟神經(Visceral Nerves)的組織

滿足食慾時發起活動,疼痛或情緒激發時活動停止,營養管中表現這種現象的器官或為分泌的消化腺或為包裹管壁和平滑筋(smooth muscle)。腺體細胞和平滑筋細胞與別種受神經支配的細胞——有紋筋(striated muscle)或骨骼筋(skeletal muscle)的細胞——不同的地方在不直接受意志的制裁,反應也較遲慢些。連接骨骼的肌肉反應刺激的時間在一秒鐘的千分之二,三以內,腺體細胞和平滑筋的反應時間大概就要用秒數計量,而不用秒的分數了。

外延的神經原(outlying neurones)

骨骼筋的神經直接來自中樞神經系 (central nervous system)就是,分布在這種肌肉的神經纖維(nerve fibres)是胞體(cell body)位於腦(brain)或脊髓(spinal cord)中的神經原的部分。據現今所知道的說,內臟(viscera)的腺和平滑筋的神



第一圖。——自動神經系較重要的分布。腦和脊髓列在左邊。到骨骼筋的神經沒有表出。自動系的節前纖維表為實線；節後纖維表為點線。腦部和薦骨部的神經表為粗線，以別於胸腰或“交感部”的神經。+號指示在器官的活動上有加強的效力；-號表示遏抑或制止的效力。另外的說明詳見本文。

經永不直接來自中樞神經系*。從腦或脊髓出來的神經原和腺體或平滑筋永不起直接的關係；腦脊髓神經原(cerebro-spinal neurones)和內臟中間永遠介有另外的神經原，他們的胞體和突起(processes)完全在中樞神經系以外。第一圖這些神經原表為點線。我曾說這些外延的神經原大概有“轉變器”(transformers)的作用，改變來自中樞的神經衝動(nervous impulses)(適於喚起“骨骼筋”迅速的反應的衝動)，使他們適合所分布的動作遲緩的組織——分泌的細胞和內臟的肌肉¹。

外延的神經原的胞體聚在神經節(ganglia, 第一圖表為G的各部)中，在軀幹部神經節排在脊髓的兩邊，在頭部和腹腔的骨盆部(pelvic part)則鄰接神經原所分布的器官。有些地方，這些神經原完全在所分布的器官以內(如心臟和胃臟，見第一圖)。在別些地方，從神經節出來的纖維——所謂“節後纖維”(post-ganglionic fibres)——未到終點以前可經很長的距離。支配足內的血管的神經原，他們的胞體位於下軀幹部(lower trunk region)，這就是神經纖維廣遠的分布的例子。

外延的神經原的三部

外延的神經原藉胞體位於中樞神經系的神經原以與

* 副腎腺(adrenal glands)的特例以後再講。

腦脊髓相連絡。這些連接的神經原，第一圖表為實線，他們不沿腦脊髓軸(cerebro-spinal axis)的全長連續分出。分布前肢，後肢的神經從脊髓發出的地方，神經纖維不入脊髓旁邊的神經節。於是這些連結的或“節前的”(preganglionic)纖維分成三部，分布前肢的神經根(nerve roots)以上叫作腦部(cranial division)，介於分布前後肢的神經根之間的叫作軀幹部(trunk division)(或胸腰部 thoracico-lumber division，或如舊稱，“交感系”sympathetic system)，分布後肢的神經根以下叫作薦骨部(sacral division)。

這一系外延的神經原，節後纖維分布於內臟，節前纖維從腦脊髓系發出，和他們銜接，藍格利(Langley)——關於這一系的組織我們的知識多得自他——叫他“自動神經系”(autonomic nervous system)²。這個名詞指示這一系神經所分布的器官都不受意志的支配，大部分獨自發生作用。從前一章我們知道疼痛和激發情緒的情況最能影響這些器官。自動系的各部——腦部，交感部，和薦骨部——有些特點，對於說明情感狀態的身體表現是極重要的。

“交感”部神經原廣遠的分布，和作瀰漫的活動

(diffuse action)的配置

交感部的纖維和那兩部的纖維有個不同的地方，他們分布體內極為廣遠。分布到眼裏使瞳孔放大。也到心臟，

受了刺激使心跳加速。傳達衝動到皮膚、腹腔臟器和其他部分的動脈管和微動脈管(arterioles),使動脈管壁的平滑筋保持一種微弱的收縮狀態或節調(tone),因以維持動脈壓力, (arterial pressure) 使他充分地高,足以供應任何部分的急需;或當神經衝動有特殊的發洩時,增進管壁的節調,因以提高脈壓。他們又到毛髮的平滑筋,使他收縮時毛髮就豎起來。

又到汗腺(sweat glands),使發汗液。這種纖維分布於胃腸管的全長。疼痛和情緒激發時我們知道消化的活動完全停止,就是因為內臟神經(splanchnic nerves)——到上腹部大神經節的節前纖維,參看第一圖——向外傳達衝動,再由節後纖維傳到胃腸管的各部³。也分布到生殖泌尿道(genito-urinary tracts),使內生殖器(internal genital organs)的平滑筋收縮,通常也使膀胱鬆放。他們更影響肝臟,放出儲藏的糖分,危迫的時候對於身體可有極大的功用。交感部的纖維分布的“廣遠”是他一個最顯著的特徵。

交感部別一個特點是神經原有特殊的配列,使神經衝動作瀰漫的放射。從第一圖可見,發自中樞神經系的節前纖維可以經過數個交感神經節,在每個節裏都和外延的神經原作些連結。從皮膚傳達感覺衝動(sensory impulses)到脊髓去的神經原雖也和脊髓各級的細胞起相似的關係,不過二者的活動是大不相同的。在脊髓中,感覺衝動引起直接的,限定的效果,例如,實驗斷脊的動物(“spinal”animal,就是,

脊髓離脫中樞神經系的餘部的動物的反射動作時，把有害的刺激加在狗的後左足上，他就輕抬後左腿以作反應，不再波及身體的他部。交感神經的動作就不然了，一個節前纖維和無數的外延神經原相連，似決非單使這部或那部作特定的活動的。自然，在不同的情況，各部分活動的程度很有不同；例如貓放大瞳孔大概比悚豎皮毛作來更易。於此或者有個特別直接的通路到眼裏去，在好多非情緒的狀態 (non-emotional states) (如在微光中) 常使用他，以致中樞神經系只有輕微的激動就足從這些熟路傳出衝動。因臨時的緣故 (例如飛塵入眼)，交感衝動激動淚腺，使人流淚，而交感部分布的他些部分可以不很感受影響。不過我們自己無法滑熟這些通路，從解剖的和生理的證據看來，自動系交感部的神經原的配布似是專為廣遠地瀰散神經衝動的。

腦部和薦骨部的神經原作特定的活動的配置

腦部和薦骨部的神經和交感部不同，他們分布的地域是“限定的”(參看第一圖)。第三腦神經(third cranial nerves)從腦裏傳達衝動到神經節，節裏只有約束眼球前部平滑筋的神經原的胞體。迷走神經(vagus nerves)分布於肺，心，胃和小腸。第一圖表明後三器官的外延神經原就在器官的內部。迷走神經的節前纖維雖由不同的方向到作用迥異的器官，而這樣的配列就使這些周緣器官(peripheral organs)和

中樞神經的連結有單純、清明之致。薦骨部的遠心纖維 (efferent fibres) 和內臟也有同樣特定的關係。在這一部，節前纖維從脊髓出來，到下行結腸 (distal colon)、膀胱和外生殖器 (external genitals) 近旁的神經節。節後纖維把神經衝動只傳到鄰接的器官。這些以外，腦部和薦骨部更給各個動脈以“擴張神經” (dilator nerves)——弛放特殊的脈管的神經。

所以自動系的上下二部的遠心纖維和交感部的不同，他們少有交感部那樣廣衍的連結，而只判然支配所分布的器官。腦部和薦骨部的節前纖維於此很像分布於骨骼筋的神經，他們的配置也是使一部起特定的、獨立的動作，而不牽及他部的活動。

腦部是體力的保養者

腦部自動神經——在這裏以迷走神經為代表——是內臟神經系中執掌胃液作心理的分泌的部分。巴夫勞甫證明割斷這些神經就沒了心理的分泌。分布於唾腺的腦神經也司這些器官起心理的分泌，並放大唾腺的動脈血管，唾腺分泌時因此可得多量的血液。以前講過(第一章，第四節，第一段)，進食以前割斷迷走神經，胃腸筋就不起常態的收縮，恰在進食以後切斷他們，收縮繼續發現，我們曾根據這事證明胃腸筋有心理的節調 (psychic tonus)。直接刺激迷走神經，我們知道能增進營養管平滑筋的節調。腦部自動

纖維除於營養管筋和附屬的腺上有這些積極的影響以外，更能收縮瞳孔，減低心搏的速率。

腦部這些作用一見就知道有保養身體的功效。縮小瞳孔，遮蔽網膜(retina)，免受過強的光線的刺激。減低心搏速率，於是心臟筋(cardiac muscle)得長些的時間去休息補養。

發動唾液和胃液，維持於營養管的收縮為必需的筋肉節調，這對於消化和吸收——把產生能力的(energy-yielding)材料吸入體內，儲藏備用——是根本重要的。所以腦部的內臟神經擔負儲置後備，堅強身體，以防急需的職務。

薦骨部是一組司排放的機制

薦骨部的自動纖維使直腸，下行結腸和膀胱收縮。這些通常有節調的收縮的臟器中，因糞尿集聚，擠張臟壁，於是反射着起收縮的活動。薦骨部這種活動沒有情感狀態在先，那些同時或隨後發生的情感也極輕緩；大便或小便以後所有的感情通常是寬舒(relief)，不是高興(elation)——不過相反的證據也是有的。

薦骨部自動纖維裏也包有興奮神經(nervi erigentes)，他們興奮外生殖器可以脹起的組織。藍格利和安得孫(Anderson)⁵說薦骨部的神經對於“內”生殖器是沒有影響的。輸精管(vasa deferentia)和貯精囊(seminal vesicles)——他們的節拍的收縮表示雄者性慾興奮的極點——和子宮(uterus)——

——他的收縮表示雌者性慾興奮的極點——的神經都來自腰枝(lumbar branches)(交感部的一部)。這些腰枝的作用和興奮神經相反，他們使外生殖器的血管收縮。性慾亢進(sexual orgasm)有高度的情緒，但可把他看作是反射的活動；性慾初動時，小管，小囊，血管都顯擴大，等性慾終了，又鬆弛如前。

臟內糞尿擠迫雖是激動薦骨部最平常的機會，但非惟一的機會。有強烈的情緒時，神經衝動從交感部傳出，也可有衝動從薦骨部纖維出來。精神有劇烈的壓迫時無意中撒尿，排糞，是平常所知道的。經過戰陣的退伍兵士說開戰以前例有多人要從火線暫時告便。某些形色，氣味和淫褻的思想可以激動興奮神經所管的地域，可見薦骨部自動神經也有特殊的情感狀態。薦骨部的一支，如分布於直腸的纖維，發生作用時，其他一支，如分布於膀胱的纖維，可以不起活動，這又證明以前說是頭薦二部的那個特點：他們的衝動是直接放射於某項器官的。

猶如腦部，薦骨部也從事身體內部的事務，他的活動直接引起身體的舒泰。

交感部敵對腦薦二部

上文說過，許多臟器兼有自動系的腦部或薦骨部和交感部的纖維。在任何臟器裏中央部和任何極端部若相會

合，他們的作用就是反對的。在眼裏腦部去的纖維收縮瞳孔，交感纖維就放大他；腦部纖維低減心搏速率，交感纖維就加速他；薦骨部纖維收縮大腸下部，交感纖維就鬆放他；薦骨部纖維弛鬆膀胱出口，而交感纖維就括緊他。第一圖表明這些相反的作用，+號指示收縮，加速，或增進節調；-號指示制止，弛緩或減退節調。*

施靈頓 (Sherrington) 曾經證明一個關節 (joint) 或一系關節的周圍骨骼筋反對的排列——如屈筋 (flexors) 和伸筋 (extensors)——和中樞神經系內部一種組織是相連的，使相反的肌肉的一組收縮時，就使那一組弛緩。施靈頓 稱這個現象為“敵對的肌肉之相反的神經活動”(reciprocal innervation)⁶，這是使身體作規整的運動的方法。從上文可見，內臟裏也有神經的敵對，恰與屈筋張筋間的敵對相當。內臟中這些神經的敵對大概在中樞神經系裏神經原也有特殊的組織和他相應。切斷到眼球上的交感神經，使不能放大瞳孔，但發怒時瞳孔仍可放大，施靈頓 曾見這個現象，我的觀察也證實他，——這一定由於這個反應發現得太快，似非憑藉血流而起的中樞方面制止分布於括約筋 (constrictor muscles) 的腦神經 (cranial nerve) 的作用——就是，制止自然反對交感纖

* 直接刺激迷走神經，在胃和小腸上先起暫時的制止的作用；不過他的主要作用是增進這些器官的節調，並且使他們收縮。

迷走神經這二重的作用第一圖記為干。

維的放大作用的神經的活動。疼痛,主要的情緒——恐懼和忿怒——和強烈的興奮表現於交感系的活動。有這些狀態的時候,神經衝動就從這一部的神經原發出,引起交感部活動一切的特殊變化,如擴大瞳孔,制止消化,使膚色蒼白,心搏加速,和各樣別的變化。交感神經原的衝動能立刻壓服自動系腦部神經原維持的狀態,他們攪亂消化的過程,可以證明。

副腎的分泌物和交感部的神經原有同樣的作用

每個腎臟的前邊有一個小體——副腎腺(adrenal gland)。他成自一個外緣部或皮質部(cortex)和一個中央部或髓質部(medulla)。從髓質部可提出一種物質,叫作副腎精(英名有數個: suprarenin, adrenin, epinephrin, 或“adrenalin”)*,極小的分量就能影響自動系交感部所分布的器官,恰像他們感受了神經的衝動。例如,把副腎精注射到血裏,他就使瞳孔擴張,毛髮森豎,血管縮小,停止營養管的活動,放出肝臟裏的糖質。這些效果不是因副腎精影響了中樞神經系而後發生,乃是因直接刺激器官的自身而起的。即使割下這些器

* “Adrenalin”這個名稱是恰當的。有人說“epinephrin”和“adrenin”二名不帶商業的意味。因“adrenin”這個字簡短便用,又和狀詞adrenal的關係比較清楚,所以我從夏佛爾(Schäfer),也用adrenin稱副腎腺分泌的物質。

官，用人爲的方法使他們活着，這些效果還照舊發現。

副腎是內分泌的腺(glands of internal secretion)，和甲狀腺(thyroid gland)，副甲狀腺(parathyroid gland)和黏液腺(pituitary gland)等一樣；他們不和身體表面相通，而將產生的物質注入血裏。血液從二副腎由腰副腎靜脈(lumbo-adrenal vein)出來，或注入腎靜脈(renal vein)，或直接歸到恰在腎靜脈吐口以前的下大靜脈(inferior vena cava)。副腎腺的神經是自動系的節前纖維⁸，第一圖表爲實線。普通腺的細胞和中樞神經系的神經原中間例有外延的神經原，副腎腺的神經似乎是個例外。不過，副腎腺的髓質部成自變形的神經細胞，所以可看作是具有例外的條件了。

從以上自動系的組織的述略，我們得出幾點，對於解釋表於此系活動的各種情緒的性質是很重要的。交感部的配列是作瀾漫的放泄的，所以極容易全部活動，而腦部和薦骨部的配列則專在獨立的器官上起特殊的作用，所以可以分部動作。^{*}再者，自動系的中央部和兩端部作用上既然相反，所以各種情感狀態，可按他們表於中央部或末端部而加類分，這些情感狀態性質上也必相反，和那些神經一樣。副腎腺既爲中央部的自動神經所分布，並且副腎精既可引起這部神經所引起的同樣動作，所以交感系範圍以內各種生理的變化雖爲神經衝動所發動，由副腎精的化學作用，大概就自動地加強，久延起來。

參 考 書

1. Cannon: The American Journal of Psychology, 1914, XXV,
p. 257.
2. 關於自動系的組織,他的研究的簡要說明,參看 Langley:
Ergebnisse der Physiologie, Wiesbaden, 1903, II², p. 818.
3. 參看 Cannon: American Journal of Physiology, 1905, XIII,
p. XXII.
4. 參看 Sherrington: The Integrative Action of the Nervous
System, New York, 1909, p. 19.
5. Langley and Anderson: Journal of Physiology, 1895, XIX,
pp. 85, 122.
6. Sherrington: 見前, p. 90.
7. Elliott: Journal of Physiology, 1905, XXXII, p. 426.
8. 參看 Elliott: Journal of Physiology, 1913, XLVI, p. 289 ff.

第三章

證驗副腎分泌物和他的神經制裁的方法

第一章講過，因情緒激動胃液分泌的制止遠過動情的事物存在的時間。使狗見貓，激怒五分鐘，以下二十分鐘只分泌幾滴胃液。刺激的時期過去以後，激奮的狀態何以延續這樣長久？我讀畢凱爾和佐佐木的報告時曾發生這個疑問，結果得了前章末節所說的那個推想：情緒的激發或可引動副腎精的湧流，消化器上原着神經衝動引起的變化或可着流動的副腎精延續起來。胃液長時的制止或者可以這樣說明。這話是否正對，當時沒有實驗。這個推想的功用就是引我去考驗情緒激發時副腎腺是否分泌。到副腎腺去的節前纖維包在內臟神經(splanchnic nerves)裏。那麼，刺激內臟神經有什麼效果呢？

刺激內臟神經引出副腎精的證據

一八九一年雅考比(Jacobi)¹發現從內臟神經幹(splanchnic trunks)來的神經纖維分布到副腎腺裏。六年以後畢德爾(Biedl)²發現這些神經傳達擴大血管的衝動(vaso-dilator

impulses)到副腎腺,他又說大概也傳達分泌的衝動(secretory impulses)。次年朱愛葉(Dreyer)³得出證據,贊助這話,他先用電流刺激內臟神經,從副腎靜脈(adrenal veins)取出的血見有一種物質分量增加,這種物質能提高動脈的血壓(arterial blood pressure);並且這個結果和副腎腺裏血液上同時發生的變化沒有關係。朱愛葉斷定這種物質是副腎精,後來許多研究家給他多方證實。柴葆薩洛夫(Tscheboksaroff)⁴覆作朱愛葉的實驗,刺激內臟神經後,從靜脈取出的血裏見有前此沒有的副腎精。阿協爾(Asher)⁵用一個方法刺激副腎腺,不使動脈發生收縮,結果見血壓增高,——他假定這個增高的現象是起於分泌的副腎精。麥魯則爾(Meltzer)和焦塞夫(Joseph)⁶拿瞳孔的放大證明刺激內臟神經能使副腎腺起分泌的作用;刺激切斷的內臟神經的尾端,他們見瞳孔放大——這是血裏有副腎精的特徵。愛理約締(Elliott)⁷覆試這個研究,他更發現所刺激的一邊的副腎腺若先割去,就沒有那個現象,於是這個實驗成了副腎腺有分泌活動的更有力量的證明。我和賴曼(Lyman)⁸用貓得出另外的證據,未刺激內臟神經以前先縛緊腹部的脈管,因為刺激內臟神經他們例起收縮,這樣一來,他們裏邊的變化就不能影響他部的血液循環了;我們發現注射少量的副腎精於貓體動脈壓力所起的特殊低落,刺激內臟神經也可得出來。

愛理約締更用別的方法研究刺激內臟神經及於副腎

腺的影響。副腎精分量的多少在血壓上的效果程度各異，他用這個作為準度，讓動物經過各種情況以後，確定副腎腺裏副腎精的分量。他的實驗是用貓作的。貓的每個副腎腺只為同邊的內臟纖維所分布；通常二腺所含的副腎精差不多恰好相等。愛理約緹發現，割斷內臟神經以隔離一邊的副腎腺，於是激擾研究的貓或直接刺激內臟神經，神經衝動由那一邊完好的神經傳導出去，衝動所到的那個腺裏所含的副腎精比隔離的腺例有減少，且時常少得多。由愛理約緹的方法得的結果着富林(Folin)，戴尼思(Denis)和我¹⁰的結果確切證實，我們把副腎的提出物(extract)加入磷鎢酸(phosphotungstic acid)的溶液以後，用一種極靈敏的顏色鑑定法(color test)。

許多可靠的研究家用不同的方法所作的這些研究，都證明刺激到副腎腺去的神經能使副腎髓質部起分泌的活動，因此血裏的副腎精分量加多。身體裏邊實有一種機制，使這些腺迅速排出這特殊的物質到血流裏；這個事實算已確立了。

情緒激發時副腎的分泌

以上說過，動物表現情緒的騷亂時指示交感衝動支配了內臟。例如，貓受驚駭時瞳孔張大，胃腸的活動制止，心搏加速，脊和尾上的毛豎立起來，——貓的全身滿是神經衝動

發於交感洩路的表徵。於此，內臟廣受交感衝動的制裁時副腎腺也在內麼？

動物生活中通常的情緒激奮是否引起副腎精的分泌，一九一〇年德拉帕茲 (D. de la Paz) 和我從事研究這個問題。我們利用兩種實驗用的動物——狗和貓——的天然仇恨去作實驗。實驗時把貓拴在寬舒的套架裏(就是以前所說藉 X 光研究營養管的運動時所用的套架)，放近一個嗥吠的狗。有些貓在這些時候差不多不現恐懼的表徵；其他的貓，殆不作抵抗的運動，立刻就表出特殊的恐懼形像來。

在順利的時候，這樣的激擾共行五分或十分鐘，又於少數的貓更長久些。激擾的前後數分鐘裏提取血樣(samples of blood)。

從副腎靜脈附近提取血液的方法

從副腎靜脈的吐口前邊的下大靜脈(inferior vena cava)——就是，在體內胸骨(sternum)下端，鄰近切迹(notch)的階段的一點——提取血液。提取遠離身體表面的血而不使動物驚擾，起初很是一個難題。後來用 ethyl chloride 麻醉鼠蹊(groin)頂端，正在股靜脈(femoral vein)上部的皮膚，可以迅速揭出股靜脈，剝去結締組織，縛緊，切開，而不使動物起任何的驚擾。事前把一個細長柔韌的導管(直徑 2.4 耗—mm.)裏外都塗瓦塞林(vaseline)，使他光滑，且遲延管內血液的凝

結，現在拿來插入股靜脈的切口，經腸骨靜脈(*iliac vein*)上進下大靜脈，至於接近胸骨切迹的階段一個點。管上帶有一條細線，插到所要的距離以後，攢入股靜脈裏的地方就記明插入的遠近，可使下次插入同樣的距離。這個小手術——古人常行的刺絡(*venesection*)——只用很少的幾分鐘，起痛的可能既用局部麻醉防止了，所以動物始終恬靜如常。間或必須輕撫貓頭，使他安於桎套，在這種情形，當預備取血和正在取血的時候，他始終呼呼作響。

血液(3或4厘——*cubic centimeters*)經導管慢慢引入一個潔淨的玻璃注射器。不使發現任何顯著的抽吸，以致導管內口附近血液潰注。得了血液，立時撤去導管，輕縛動脈，防止血流。取得的血傾入玻璃杯中，用頭端附有缺緣橡皮管的玻璃棒提去血裏的纖維素(*fibrin*)。這種無纖維的血既得於動物未受激擾時，於是記名“恬靜血”(quiet blood)。

於是使貓見嗥吠的狗，像以上說的，緊接着再取血樣，恰在上次所用的地方。除淨纖維以後，這個血樣記名“興奮血”(excited blood)。由同法取來，經同法製作的恬靜血和興奮血，現在要檢查是否含有副腎精了。

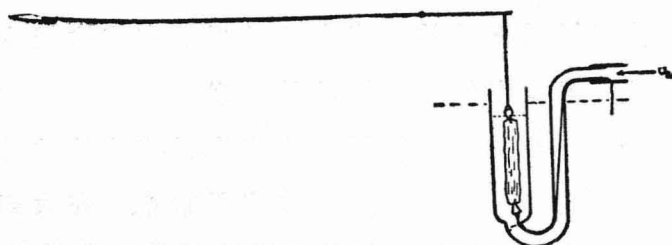
檢驗血液是否含有副腎精的方法

頂好取血液所天然關連的組織作為試驗品。我們說過，即當內臟脫離身體以後副腎精還能感動他們，恰像受了

從交感纖維來的衝動；又曾說交感纖維通常傳導衝動使生殖器收縮，使胃腸筋弛緩。學者早就用子宮作檢查副腎精的試驗品，一遇副腎精，子宮的收縮加強。一九〇五年馬格努思 (Magnus) 發現隔離的腸的縱筋條，原作節拍地收縮的，能着含副腎精二千萬分之一的溶液所制止。在我們一九一〇年的研究以前，雖無人用這極靈敏的反應作鑑定副腎精的表徵，這個方法，和他法相比，實有顯著的優點。一切動物都有腸筋，不像子宮只見於動物的半數；幾分鐘裏可以取來作實驗，不像取用子宮標品 (uterus preparation) 要費幾點鐘的工夫¹¹；他的反應又是弛緩。末一個優點特別重要，因為除淨纖維的血裏，副腎精以外，還有些別的東西能使平滑筋收縮¹²，所以若取一種由收縮而反應的組織，如子宮或動脈，去證明副腎精的有無，很容易得出錯的結論。使平滑筋弛緩的物質很少，血液中極為罕見¹³。

所以我們就用腸筋的條片作個指標 (indicator)。後來浩思坎斯 (Hoskins)¹⁴ 修改我們的方法，不取一條，而取兔腸一個短的環節。取用環節，當預備的時候，沒有傷損的危險，且新鮮時靈敏的程度幾至不可思議。二萬萬分之一的副腎精就能使他制止！

在直徑八耗，深五釐的圓柱腔室裏把腸條或腸節弔在微細的鋼絲鑷 (wire pincers; *serres fines*) 中間。用附於下鑷的細線把腸條引入腔室，縛結牢固，由附於上鑷的線繫在記



第二圖——記錄腸筋的收縮的裝置

錄槓杆(writing lever)(參看第二圖)的短端。不着血液的時候，把腸筋浸在血鹽(blood salts)的標準溶液(normal solution)(林格爾氏溶液 Ringer's solution)裏邊。有一個小管，挨腔室內壁下出，可將血液或鹽溶液由此管迅速撤出或注入腔室，而不致擾動腸筋。腔室和腸筋，林格爾氏溶液，“恬靜的”和“興奮的”血樣都用大量的永近體溫(攝氏表37度)的水包圍起來。在圓柱腔室裏，經過血液或鹽溶液，由緩慢穩當的氣泡送過養氣。在這種情形，腸筋可活幾點鐘之久，由勻整的節拍收縮，弛緩，可藉記錄槓杆把他圖記下來。

腸筋着血——“興奮的”和“恬靜的”一樣——頭一樣效果是使他起強烈的收縮，延續一兩分鐘，有時稍現起伏(看第四和第五圖)。作了這個起始的收縮以後，腸筋若在恬靜血裏，不久就節拍地收縮，弛緩起來，且隨每次收縮逐漸延引，臨了記錄上現作一條均勻的線。在這個時候加入新的恬靜血通常沒有影響。未加以前，即將腸條在林格爾氏溶液浸

洗一次,也是一樣。爲便於比較恬靜血和興奮血在收縮的腸條上的影響起見,撤去林格爾氏溶液以後,立時分將二種血樣浸潤腸筋,或將二種輪流放入,於是記出效果的不同。下一章說明用這些方法得的結果。

參 考 書

1. Jacobi: Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, 1891, XXIX, p. 185.
2. Biedl: Archiv für die gesammte Physiologie, 1897, LXVII, pp. 456, 481.
3. Dreyer: American Journal of Physiology, 1898-99, II, p. 219.
4. Tschoboksaroff: Archiv für die gesammte Physiologie, 1910, CXXXVII, p. 103.
5. Asher: Zeitschrift für Biologie, 1912, LXII, p. 274.
6. Meltzer and Joseph: American Journal of Physiology, 1912, XXIX, p. XXXIV.
7. Elliott: Journal of Physiology, 1912, XLIV, p. 400.
8. Cannon and Lyman: American Journal of Physiology, 1913, XXXI, p. 377.
9. Elliott: Journal of Physiology, 1912, XLIV, p. 400.
10. Folin, Cannon and Denis: Journal of Biological Chemistry, 1913, XIII, p. 477.

11. Fraenkel: Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, 1909, LX, p. 399.
12. O'Connor: Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, 1912, LXVII, p. 206.
13. Grutzner: Ergebnisse der Physiologie, 1904, III², p. 66;
Magnus: 同前 p. 69.
14. Hoskins: Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics, 1911, III, p. 95.

第四章

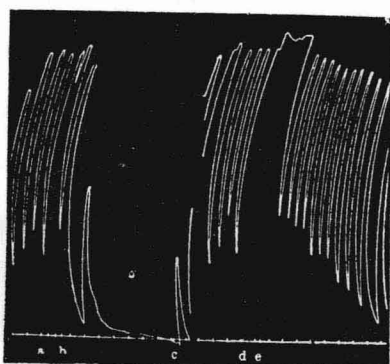
有強烈的情緒和疼痛時副腎的分泌

有強烈的情緒和疼痛時副腎精的分泌如果增加，那就成個很重要的事實，因為，以前說過，副腎精能引起許多見於情緒和疼痛經驗中的身體變化。決定激切的時候副腎腺是否真起特殊的活動，對於以後的討論是極關重要的。

情緒激發時副腎的分泌物真有增加的證據

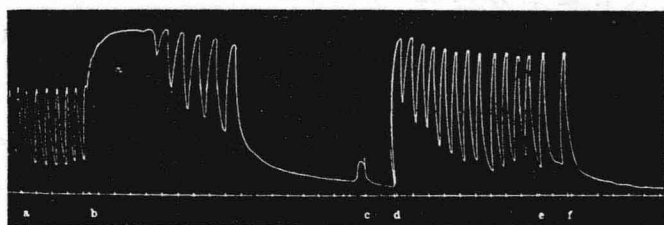
副腎靜脈的血能使腸筋弛緩，一如副腎提出物或副腎精的特徵，第三圖可以證明。腸筋原在不含副腎精的血裏跳動；次將行急速的醇精麻醉(etherization)以後取得的副腎靜脈血代替這無力的血液。須要記得，行醇精麻醉時動物表現激擾。腸筋差不多立刻弛緩下去(在b處)。替入以前的無力的血，弛縮的節拍重新發現，於是再把從左腎出來的靜脈中的血——和副腎血經同樣手續得自同一動物，惟從鄰近的靜脈中——浸漬腸筋。不現弛緩。用這個和其他相似的試驗可見這個方法是可靠的。

從恬靜的常態的動物的下大靜脈提取的血永不弛緩



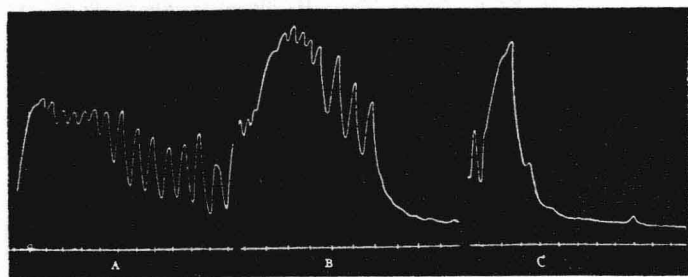
第三圖——腸筋在無力的血裏跳動，於 a 把這種血撤出腔室。於 b 替入爲醇精麻醉所激擾的動物的“副腎”靜脈血，於 c 再撤出去。放入原先的無力的血，腸筋重現收縮，於 d 撤出無力的血。於 e 引入取自“腎”靜脈的血(同一動物的)。這個和以下各圖中時間的單位是半分鐘。

腸筋。動物激擾以後提取的血立時引起特殊的弛緩。第四圖是腸筋的記錄，他先在林格爾氏溶液裏規整地跳動。於 a 撤去林格爾氏溶液，於 b 加入“興奮”血；腸筋初着血液



第四圖——取自同一動物的“興奮”血(於 b 和 f)和“恬靜”血(於 d)輪流加於原在林格爾氏溶液跳動的腸筋。

例現收縮以後，就逐漸延緩，終至完全不動。於 c 撤除“興奮”血，於 d 代入“恬靜”血。腸筋立現很規整的節拍振動。於 e 撤去“恬靜”血，於 f 再替入“興奮”血。腸筋差不多立時延緩下去，入於制止的狀態。這一次“興奮”血是貓被狗吠十五分鐘以後提取的。



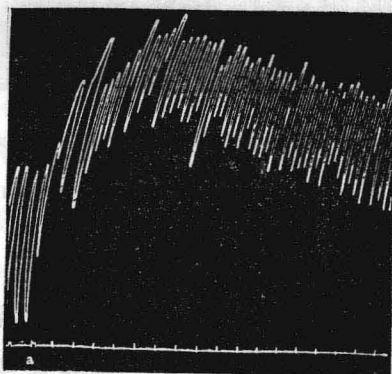
第五圖——延長激擾的時間的效果。A，在“恬靜”血漿裏的記錄。B，在激擾十一分鐘後提淨纖維的血裏的記錄；C，在激擾十五分鐘後的血漿裏的記錄。

激擾的時期加長，弛緩的效力就增大，第五圖可以證明。

A 是腸筋浸入“恬靜”血漿後收縮的記錄。B 表示動物激擾十一分鐘以後取得的無纖維的血浸漬腸筋，收縮逐漸的制止。C 是激擾十五分鐘後迅速制止的記錄。不過在別的時候，弛緩的效力常僅表為腸筋節調 (tonus) 的降低，跳動的減緩，而不完全制止。

德拉帕茲和我斷定腸筋收縮的制止是由於“興奮”血裏副腎分泌物的增多，我們根據四項證明：

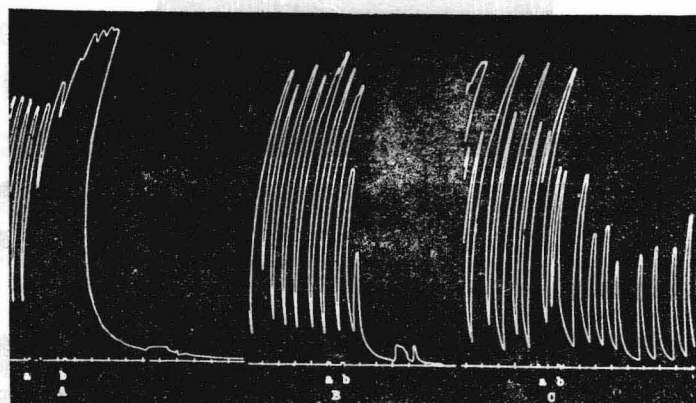
(1) 從副腎靜脈吐口以前下大靜脈裏提取的“興奮”血有這制止的作用，而同時從股靜脈提取的血就沒有這個效力。股靜脈的血既是代表腎靜脈入口以下的下大靜脈血，所以兩種血樣效力的不同不是由於腎臟以下的任何機關，這個推斷一定不錯。而腎臟出來的血不使腸筋弛緩，第六圖可以證明。提取血液的二點中間能夠轉變血液的惟一的器官只有副腎腺，他們所分泌的物質又恰能引起實在發現的收縮的制止。



第六圖——割掉副腎腺以後再有激擾，下大靜脈血(在a加入)不能制止腸筋。後來證明，血內的副腎精在1:1,000,000的比例，這片腸筋都能感應。

(2) 若先在醇精麻醉中把出入副腎腺的血管妥加縛緊，於是割掉副腎腺，四、五點鐘以後，於隨去腺而起的孱弱狀態沒有顯著以前，激擾動物，並不影響血液而現制止(參看第六

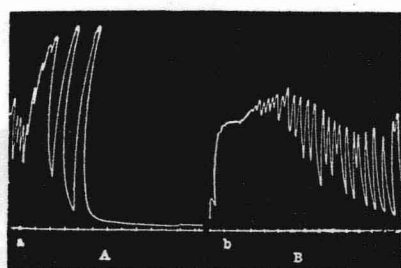
圖)。所以貓雖表現交感神經感受刺激的一切形像,若沒有副腎,血液是仍舊不變的。



第七圖。——在原来的恬靜血裏加入副腎精的效果:(A)副腎精的分量是1:1,000,000;(B)1:2,000,000;(C)1:3,000,000。每個記錄中a指示撤除恬靜血的時候,b指示引入含副腎精的血的時候。

(3)以前說過,“興奮”血引起的效果有時是立刻的制止,有時跳動幾次以後制止纔現,也有時副腎精的作用的表徵只是收縮的減緩,短縮,同時腸筋的節調降低。在恬靜血裏加入分量不同的副腎精,這各級的弛緩都可以覆證出來。第七圖表示在本無制止的效力的血樣裏分別加入1:1,000,000(A); 1:2,000,000(B); 1:3,000,000(C)的副腎精,於不很靈敏的腸筋上所生的影響。副腎精所生的這些效果和取自副腎靜脈吐口近旁的血所生的極相類似。

(4)愛慕頓(Emden)和富爾特(V. Furth)¹報告把0.1克



第八圖。——“興奮”血裏吹過養氣的效果。記錄A，於a加入“興奮”血後腸筋弛緩；記錄B，同一血液養化三點鐘後，於b浸漬新片腸筋，弛緩不現。

(gram)副腎精的綠化物(suprarenin chloride)加入 200 喱無纖維的牛血，再把這混合物由身體的溫度暴於空氣裏邊，兩點鐘內副腎精差不多完全消滅。能起制止的“興奮”血若冷卻二十四點鐘，或使他溫暖，更用迸泡的養氣攪動他，就失去制止的作用。第八圖表明這個變化；作記錄A時“興奮”血能制止腸筋的收縮，把他暴於起泡的養氣三點鐘後就沒了制止的作用，見記錄B。可見副腎精的破壞和制止的效力的消失是平行的了。

這些論據，連同以前的證明：交感的衝動增進副腎腺的分泌，並且情緒激發——如這些實驗中所用的——時，動物全身從瞳孔的放大到尾尖毛針的豎立滿是發射交感衝動的表徵，使我們斷定以上的實驗裏腸筋在血液中收縮弛緩，實是由於血中有副腎腺的分泌物，並且情緒激發時這種分泌物是增加的。

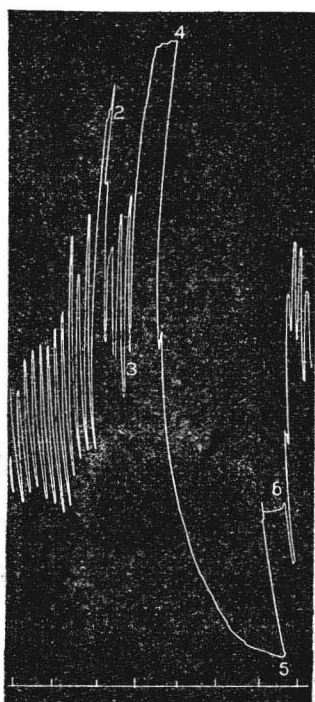
“痛覺的”刺激增加副腎分泌物的證據

第一章說過，刺激一個大神經幹的感覺纖維，神經衝動就從交感神經發出，使消化的過程起顯著的制止。交感系傳出衝動其他的表徵——如微動脈管的收縮，瞳孔的放大，毛髮的森豎——也可發現。副腎腺既受交感衝動而活動，感覺神經受了刺激的時候，他們大概也受影響，一如為交感纖維所分布的他種器官，且因而作大量的分泌。

一九一一年浩思坎斯 (Hoskins) 和我從事考究這個可能的事情。把“痛覺的”刺激加於麻醉過的動物，可以得出身體的變化，而動物又不至經驗疼痛，所以這個實驗的手續極為簡單。所用的痛覺刺激是迅速斷續的感應電流 (induced current)，把他加於坐骨神經 (sciatic nerve) 上。電流的力量隨時加強，以保持效力的強度——用瞳孔繼續的放大作為指標。動物若不麻醉，這樣的刺激一定是引起劇痛的。

實在，所用的刺激比不施麻醉劑(銹炭醇精 urethane) 要得一積極結果所需的強得多多，因這種麻醉劑能把內臟神經纖維的感應性 (irritability) 大為減煞²。各次試驗中刺激共行三分至六分鐘。試驗的時期，動物呼吸的速度和深度顯有增進。

第九圖表明未用痛覺刺激以前從下大靜脈取出的常態血液不制止跳動的腸筋，刺激以後所取的血就引起深長的弛緩。浩思坎斯和我證明伴隨疼痛的刺激呼吸上的增



第九圖。——腸筋在下大靜脈的常態血裏跳動，這種血樣於1撤去，於2又引入。於3撤去常態血。於4，行感覺刺激後從下大靜脈提取的血制止腸筋的收縮；於5撤去這種血樣。於6替入林格爾氏溶液。

進並不加強副腎的活動。於是我們結論：感覺神經幹大受刺激時副腎腺就反射地受了刺激；並且在血流中注入大量的副腎精。

別的研究家對於我們的結果的證實

以上的實驗和結論發表於一九一一年。一九一二年愛理約締(Elliott)³用迥異的方法證實我們的結果。以前說過,他把一個副腎腺從中樞神經系隔離,那一個保留不斷,將二腺副腎精的含量作比較的,定量的測定,以考究實驗的手續對於副腎的分泌物的影響。他利用嗎啡(morphia)和 B-tetrahydronaphthylamine 的作用使貓表現驚駭的一切表徵。

這樣“驚駭”了以後,他見和脊髓相連的副腎腺,與那個隔離的相比,副腎精量大有耗減。他又發現初次拿入實驗室,着新異環境所激擾的貓,腺裏副腎精的含量比慣熟這個情境的貓少得多。愛理約締更見若長時地刺激一個感覺神經,如坐骨神經,可使連接中樞神經系因而受反射影響的腺裏副腎精大部消失。

一九一三年喜青思(Hitchings),斯婁安(Sloan)和奧斯坦(Austin)⁴在克利夫蘭(Cleveland)城克萊爾(Crile)的實驗室裏作研究,也證實我們的結論。他們用我們用的那個方法採取血樣,檢查副腎精,用籠着嘴的狗向貓挑鬪,使貓大懼,大怒以後,他們見腸筋在血樣裏作顯著的副腎精的反應。我們以前說割掉了副腎腺就不現這個反應,他們也證明若事前切斷和脊髓神經上的連絡,這個反應就沒有了。

這一切的實驗的邏輯現在可以綜要說明。副腎腺是受內臟神經的支配的,解剖上的證據和刺激內臟神經而分泌發現之生理的效果已經確切證明。自然的生活狀況中,

動物若受激擾，如恐懼，忿怒和疼痛時，就有神經衝動從這些神經傳達出來。所以這些時候副腎精大概也受刺激，而起大量的分泌。由極靈敏的生物學的檢驗（腸筋）和副腎精自身上的考察，已確切證明疼痛和情緒激發時副腎腺實在分泌大量的副腎精到循環的血液裏邊。

現在有了一簇驚奇的現象：疼痛和情緒激發時，一對腺體受些神經衝動的刺激而起活動，此時這些衝動使內臟起深重的變化；這兩個腺向血流中注入一種分泌物，他自己就能喚起，或加強，引起這些時候的內臟變化的神經活動的效果。疼痛和強烈情緒——迥異的動物都有這些經驗，他們的祖先大概也有——支配身體的機能，決定本能的反應時，這些變化究有什麼重要呢？

在血裏注射副腎精所起的驚奇的效果許多年來學者已經知道。注射以後，他使肝臟放出糖分到血流裏。他弛緩微氣管（bronchioles）的平滑筋。幾個老的實驗表明他能作筋肉疲勞的消解劑（antidote）。他變更體內血液的分配，從腹腔的臟腑把血液擠到心臟，肺臟，中樞神經系和四肢上去。此外更有些證據說他加速血液的凝結（coagulation）。副腎精或更有些別的作用現在還沒有發現——他或可與其他內分泌的腺的產物通力合作。不過我們且不管這些可有的事。我們只想知道疼痛和情緒激發時分泌出來的副腎精是否引起或補助引起注射副腎精的同樣效果。以

下的研究專要解答這個問題。

參 考 書

1. Barden and v. Furth: Hofmeister's Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie, 1904, IV, p. 423.
2. Elliott: Journal of Physiology, 1905, XXXII, p. 448.
3. Elliott: Journal of Physiology, 1912, XLIV, p. 409.
4. Hitchings, Sloan and Austin: Cleveland Medical Journal, 1913, XII, p. 686; 參看 Crile and Lower: Anoci-association, Philadelphia, 1914, p. 56.

第五章

疼痛和情緒激發時血糖(Blood Sugar) 的增加

炭化水素(carbohydrate material)由糖分(sugar)的形式吸入動物組織中;他的儲存的形式是爲澱粉(starch)。營養充足的動物體內肝臟儲藏豐富的肝澱粉(glycogen)或“動物澱粉”(animal starch),需用時可以提取。這些時候肝澱粉變爲糖分,從肝臟放入血流。平常血液裏只含少量的糖——百分之0.06至0.1。若只有這一點,腎臟能阻止他,不使顯有逸脫。百分率若大到0.2至0.3左右,腎臟就不能阻止糖的外逸,用通常的鑑定法可以見尿裏有糖。所以這個“糖尿”(glycosuria)的現象可以看作是血糖增多的證據。注射副腎精可使肝臟放出糖分,以致發現糖尿。疼痛和情緒激發時分泌的副腎精和這些時候的糖尿有關係麼?

從醫學的著作中可得些散漫的提示,說激動情緒的情況也引起久續的糖尿。醫學家說,在重大的困厄中,強烈的愁苦(grief)和久續的焦急(anxiety)是某些人糖尿的病原,已

有這病的人，忿怒或驚駭以後尿裏的糖分量加多。克林 (Kleen)¹曾舉一個德國軍官的例，他的糖尿病和鐵十字勳章 (Iron Cross) 都於普法戰爭中一次困厄的經驗。奧尼恩 (Nau-nyn)²也說有一個人破獲妻的姦通以後隨得糖尿的病；他又述說自己診治的兩個病例——一個發於礮擊斯特拉思堡 (Strassburg) 的時候，(一八七〇年) 一個發於某一夥伴開槍自殺數日以後。精神病人中，據說心情抑鬱時尿裏發現糖分。

舒爾茲 (Schultze)³報告這些時候尿糖的分量依抑鬱的程度而異；恐懼精神病 (fear-psychoses) 人排出的糖分最多。曼漫 (Raimann)⁴說抑鬱狂 (melancholia) 和懼躁狂 (mania) 人同化糖分的限度都有低減。近時三田 (Mita——日本人)⁵，富林 (Folin) 和戴尼思 (Denis)⁶也報告瘋人中類似的結果。富林研究 192 個瘋人，發現百分之十二有糖尿，他們大多數是患抑鬱 (depression)，深慮 (apprehension) 或興奮 (excitement) 的。阿恩締 (Arndt)⁷在他的病人中發現糖尿隨酒毒譫妄 (alcoholic delirium) 的起滅而起滅。

這些醫療上的事實雖指示有些糖尿起於情緒的激奮，不過人生的狀況和病症的元素錯綜繁複，使我們懷疑這些證據的價值。奧尼恩⁸和喜實菲締 (Hirschfeld) 雖曾舉些似乎起於情緒的糖尿病症，而對於這話很持懷疑的態度。所以頂好把“情緒的糖尿” (emotional glycosuria) 這個問題在比較單簡，更有制裁的情況下考究一番。窩特曼 (Waterman)

和斯密緋(Smit)⁹,近來痕德蓀(Henderson)和安德喜爾(Underhill)¹⁰都曾提到實驗的動物裏有“情緒的糖尿”。不過他們都是根據勃慕(Böhm)和侯富滿(Hoffman)¹¹一八七八年所發表的研究。

起於疼痛的糖尿

勃慕和侯富滿把貓拴在手術檯上,將一個細管插入他的氣管(trachea)裏(不經麻醉),更有些時候,把一個導管經恥骨(pubis)上方的切口插到尿道裏,約半點鐘,貓尿發現很多的糖。在三次測定中,只若尿裏有糖,貓血的糖就略多於“常量”,糖尿不見了,就又回到“常量”去。把貓繫於一個套架上就能得出這個現象,所以他們叫他“束縛糖尿”(Fesselungsdiabetes)。

他們以為被縛的貓發現糖尿起於三項可能的原因:氣管的破裂,寒冷和疼痛。免除了前兩項,他們還見尿裏有糖。

疼痛一項是不能除掉的;不加束縛,而刺激貓的坐骨神經,也起糖尿,於是他們斷定疼痛自己就是引起糖尿的充分原因。他們又以為別的原素,如寒冷和循環上的騷亂,大概和疼痛合作以引起糖尿的結果。貓上的研究曾於家兔上證實¹²;近時證明給狗行很疼的手術也增大血糖的分量¹³。人當劇痛時也曾見有暫時的糖尿。

勃慕和侯富滿討論他們的結果時沒有提到情緒的分

子，他們只說不能從實驗的手續裏免除疼痛一項，並且證明疼痛是能引起糖尿的，所以稱他們叫作“束縛糖尿”的為“情緒糖尿”是不合理了。

情緒的糖尿

有強烈的情緒時副腎的分泌物增多，注射副腎精可以引起糖尿，這兩件事實暗示情緒的激發可以喚起糖尿來：即無勃慕和侯富滿實驗中的疼痛，尿裏也可發現糖分。一九一一年壽魯(A. T. Shohl)，瑞悌(W. S. Wright)和我從事考究這個可能的事情。

我們起先的手續是覆作勃慕和侯富滿的實驗，但不用痛的刺激。把貓拴在寬舒的套架上，頭部不加拘束。我用X光研究消化的時候，這個套架用了不下幾百次，且用於多種的動物，在這裏邊即如不安的表徵動物也都沒有。不過，也像研究營養管的運動時，動物對於被套的反應是不同的。

小雄貓常現十分的激擾，兩眼圓瞪，瞳孔漲大，脈搏加速，尾毛多少有豎立的形像，掙扎號叫，努力脫逃。雌貓例極沉靜，安然入套。

按各貓反應的不同，套在架上的時間久暫各異——從三十分鐘到五點鐘。為得立刻的泌尿起見，實驗的起首——有些時候稍後些——先由胃管(stomach tube)給貓很多的水。又作特別的裝置，當貓套在架上或以後在鐵代謝籠

(metabolism cage) 的時候,以便速將貓尿排入玻璃的容受器,內有幾點迷蒙藥 (chloroform) 以防發酵。貓的食料都是慣用的生肉和牛乳。各貓未受激擾以前尿裏例無糖分。

我們作的一系觀察共用了十二個貓,每個都起顯著的糖尿。能起糖尿的拴套時間最短的是三十和四十分鐘;最長的是五點鐘。引起糖尿需要的時間平均不到一點半鐘;十二貓中七個的平均時間還不到四十分鐘。各貓激擾後第二天排泄的尿都沒有糖。

糖尿發現的遲速直接繫於貓的情緒狀態。早現驚駭或忿怒的表徵的貓尿裏有糖也早,安然就套的貓糖尿的出現遲慢得多。

因為寒冷或可增多血裏的糖,結果引起糖尿,所以時時檢查貓的直腸溫度,我們發現溫度的變化極小,在這些實驗裏可以完全不管。曾把一個貓拴在冷室(約攝氏表二度)裏五十分鐘,他的直腸溫度降到攝氏表36度,但尿裏不現糖分。

尿裏現糖可以純乎起於情緒的激奮,我們又從三個貓得出另外的證據來;這三個貓拴在套架上多至四點鐘之久尿裏也沒有糖。很是奇特,他們套在架上竟能長時地恬靜,沉默。於是把他們分別裝入小鐵絲籠,使一個活潑的小狗向他們叫,小狗撲他們,作出攪鬪的姿勢,各貓大起激擾,暴露牙齒,凸舉脊背,號叫,抵拒。這樣的假鬪於三貓各作半點鐘。

縛套四點鐘不起糖尿的貓現在尿裏都有糖了。疼痛,寒

冷和束縛這些實驗裏是沒有的。各貓見嗥吠的狗或驚駭或狂怒；這個激擾的狀態就有糖尿伴隨而起。

我們用柏爾特朗氏法(Bertrand method)¹⁴測定二十四點鐘裏——激擾的時期在內——排出的糖量。結果發現共排出0.024克(gram)至1.93克，或每尅(kilo)體重(body weight)排出0.008克至0.62克。

尿裏現糖可用為血糖增多的指標，因為除非腎臟的細胞有了傷損，非等血糖增到某種高度，他們是不讓糖分逸脫的。檢查尿液雖能發現血糖的增加，但不能指出檢查血液自身所見的細微變異。近來斯考特(Scott)¹⁵把貓的血糖變化作了通澈的研究；他發現僅屬偶然的情況，祇喚起輕緩的激擾，表為叫號或別的舉動，就使血糖有顯著的增加。洩糖的機制是極靈敏的，以前不經麻醉就從動脈或靜脈取血，測定血糖的“常量”，現在這個“常量”的價值就很有疑問了。從恬靜的動物迅速提取的血液，血糖的百分率(0.069, Scott; 0.088, Pavy)比不經麻醉(0.15, Böhm和Hoffmann)或用輕緩麻醉(0.282, Rona和Takahashi——高橋¹⁶)所提取的血液的確小得很多。

我們實驗貓的結果後來發現於家兔也對。羅立(Rolly)和歐培爾曼(Oppermann)，雅考卜森(Jacobsen)，喜爾施(Hirsch)和萊因巴赫(Reinbach)¹⁷近來報告僅只捉拿家兔，預備行手術，就增大血糖的百分率(於數個家兔從百分之0.10增到

0.23 和 0.27)。狗與兔，貓相比，據說不大為環境的變異所激擾。不過，疼痛和激擾都是動物的根本經驗，一有了這些經驗，各種動物的血糖當起同樣的變化，這是無甚疑問的。狗的消化既為強烈的情緒所攪亂，他的血糖也必增加，因為交感衝動同時引起這兩種變化”。吉卜(Gib)曾說一個母狗因被關閉而起激擾，只在此禁閉以後排泄的尿就帶少量的糖分¹⁸。

實驗這些低等動物的結果曾於人類證實。我的一個舊學生斯密立(W. G. Smillie)研究九個學醫的學生，平常他們的尿是沒有糖的，經了一次艱難的考試以後，有四人發現糖尿，經一個容易些的考試，九個人中只有一個有糖。把考試以後初次排泄的尿施以檢查，對於費凌氏溶液(Fehling's solution)，尼蘭德氏試藥(Nylander's reagent)和 phenyl-hydrazine 都有積極的反應。費思克(C. H. Fiske)和我緊在一九一三年足球的時季比賽最激烈的末次決賽以後，檢查哈佛大學(Harvard University)二十五個足球隊員的尿，發現二十個人尿裏有糖。就中有五個是候補員，並沒有參加競賽。又把一個見哈佛勝利而興奮的觀者的尿取來檢查，也有顯著的

* 寫了上文以後，喜爾施和萊因巴赫又報告(Zeitschrift für physiologische Chemie, 1914, xci, p. 292)把狗拴到棹腿上結果得出“心理的肝糖過量”(psychic hyperglycemia)。有一個狗的血糖從百分之0.11增到0.14，別個狗，從百分之0.09增到0.16。

糖尿,不過次日就沒有了。

富林,戴尼思和斯密立¹⁹又曾發表在重要的學校考試的先後檢查學生尿液的別的結果。所檢查的三十四個二年級的醫學學生中有一個考試以前就現糖尿。其餘三十人中,有六個或百分之十八緊在考試以後所排泄的尿裏有少許但是可見的糖分。又曾將一個女子大學二年級的學生作同樣的研究。前一天尿裏無糖的三十六個學生,緊在考試後排泄的尿裏,有六人或百分之十七發現糖分。

從以上的結果我們可以斷定,人和貓,狗,家兔一樣,情緒的激發可引起血糖暫時的增加。

副腎腺在情緒糖尿中的作用

直接刺激內臟神經可以引起糖尿²⁰,主要的情緒——如忿怒和恐懼——發動時就由內臟神經傳出神經衝動,所以隨情緒的激發而起糖尿自然是預料所及的事。但是因激奮而分泌增加的副腎腺,在這個過程裏他的作用究到什麼程度,學者很有爭論。有幾位研究家說²¹,除掉了副腎腺或截斷了分布腺上的神經纖維,再刺穿第四腦室(fourth ventricle) (“糖分刺穿” sugar puncture,特能引起糖尿)就不起糖尿;刺激內臟神經也不發現²²。韋爾泰謨(Wertheimer)和巴台茲(Battez)²³則說去掉貓的副腎腺並不消滅糖分刺穿的效力。

所以去掉副腎腺是否影響情緒的糖尿是有疑問的了。

關於這一點我同壽魯和瑞梯得出實驗的證據，我們研究三個貓，他們的副腎腺在醇精(ether)麻醉下割掉，選用的三貓以前拴在套架上都大起激擾，拘禁約一點鐘，發現糖尿。行手術的時候，為免除因摸弄貓身而逸脫副腎精起見，先把副腎靜脈縛緊，於是把副腎腺從附着物剝出，由極少的摸弄，於極短的時間，割掉他們。於一個貓二十分鐘行完了這全部手術。於兩個貓把一個小導管經一切口插入尿道，這樣一來，任何時候可從膀胱得出尿來。

行手術後三貓所放的尿都沒有糖。他們雖因割掉副腎而筋肉節調(muscular tone)統有低減，被拴套時仍舊表現忿怒或激擾。有一個貓去掉副腎以後比先前激擾得更利害了。為防他們過冷起見，用毯被或電墊(electric heating pad)使他們常暖。拴套的時間雖較以前引起糖尿所需的長過二、三倍，但沒有一個貓尿裏現糖分的痕迹。所以這樣得來的證據贊助這個見解：內臟神經感受刺激而起的糖尿裏副腎腺是有重要作用的。

加了疼痛的刺激而起的糖尿大概有一部分是由於情緒的發動，不過起痛的情況自己就可說明這個現象。以前講過，給感覺纖維強烈的刺激就使神經衝動沿內臟神經傳出，於是連帶着使副腎分泌物增加。所以起於痛的刺激的糖尿，也如情緒的糖尿，副腎腺可以是主要的動原。

以後就要證明糖分是筋肉的能力最大的淵泉。這裏

可以附帶說一句：機體必須奮發筋力時糖分發放出來，這可解作是生物的適應一個最有趣的事例。

參 考 書

1. Kleen: On Diabetes Mellitus and Glycosuria, Philadelphia, 1900, pp. 22, 37-39.
2. Naunyn: Der Diabetes Mellitus, Vienna, 1898, p. 72.
3. Schultze: Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte, Cologne, 1908, II, p. 358.
4. Raimann: Zeitschrift für Heilkunde, 1902, XXIII, Abtheilung III, pp. 14, 19.
5. Mita (三田): Monatshefte für Psychiatrie und Neurologie, 1912, XXXII, p. 119.
6. Folin, Denis and Smillie: Journal of Biological Chemistry, 1914, XVII, p. 519.
7. Arndt: Zeitschrift für Nervenheilkunde, 1897, X, p. 436.
8. Naunyn: 見前, p. 73; Hirschfeld: Die Zuckerkrankheit, Leipzig, 1902, p. 45.
9. Waterman and Smith: Archiv für die gesammte Physiologie, 1908, CXXIV, p. 205.
10. Henderson and Underhill: American Journal of Physiology, 1911, XXVIII, p. 276.

11. Böhm and Hoffmann: Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, 1878, VIII, p. 295.
12. Eckhard: Zeitschrift für Biologie, 1903, XLIV, p. 408.
13. Loewy and Rosenberg: Biochemische Zeitschrift, 1913, LVI, p. 114.
14. Abderhalden: Handbuch der Biochemischen Arbeitsmethoden, Berlin, 1900, II, p. 181.
15. Scott: American Journal of Physiology, 1914, XXXIV, p. 283.
16. Scott 所引: 見前, p. 296.
17. Rolly and Oppermann: Biochemische Zeitschrift, 1913, XLIX, p. 201. Jacobsen: 同上雜誌, 1913, LI, p. 449. Hirsch and Reinbach: Zeitschrift für Physiologische Chemie, 1913, LXXXVII, p. 122.
18. Kleen 所引: 見前, p. 37.
19. Folin, Denis and Smillie, 見前, p. 520.
20. Macleod: American Journal of Physiology, 1907, XIX, p. 405, 此文更指出其他參考的書報。
21. Meyer: Comptes rendus de la Société de Biologie, 1906, LVIII, p. 1123; Nishi (西): Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, 1909, LXI, p. 416.
22. Gautrelet and Thomas: Comptes rendus de la Société de

Biologie, 1909, LXVII, p. 233; Macleod: Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 1911, VIII, p. 110 (於左副腎腺和左內臟神經如此).

23. Wertheimer and Battez: Archives Internationales de Physiologie, 1910, IX, p. 392.

第六章

刺激內臟神經使副腎腺起分泌作用以後 疲勞肌肉的收縮的進步

以前關於副腎腺的著作裏，常見說沒了副腎腺於骨骼筋的收縮有壞影響，注射副腎的提出物就有好影響。不過所有的證據多是證明副腎髓質 (adrenal medulla) 的提出物 (副腎精) 和交感神經系有重要的關係，他和骨骼筋的效能間的關係就少得人注意了。

副腎有病 (愛迭蓀氏症 Addison's disease) 的人筋力孱弱，副腎腺未經實驗研究以前人早知道這個現象了。一八九二年阿巴奈思 (Albanese)¹ 報告實驗家兔的結果，他證明割掉副腎以後刺激肌肉，比未割以前於同長的時間刺激同一動物的同些肌肉，所現的疲勞沉重得多。一八九五年卜沃奈 (Boinet)² 也報告新近失掉副腎腺的鼠在迴轉籠 (revolving cage) 裏表現疲勞比常態的鼠快得多多。

副腎的提出物在骨骼筋上有好的影響，歐利渥 (Oliver) 和夏佛爾 (Schäfer)³ 得出更直接的證據來。把提出物從皮

下注射到蛙的體內以後，切斷的後脛骨筋(gastrocnemius muscle)畫出的收縮曲線 (curve of contraction)，比不為提出物所影響的後脛骨筋所畫的，高百分之三十三，長百分之六十六。

把提出物由靜脈注入蛙體以後，肌肉的曲線也有同樣的延長。戴西(Dessy)和葛朗棣思(Grandis)⁴用栗鼠(salamander)作研究，把副腎提出物加到隔離的肌肉在內收縮的溶液裏，對於疲勞的肌肉也有好的影響*。帕奈拉(Panella)⁵在一篇精到的論文裏給出至於同樣結論的證據。他發現冷血動物裏副腎髓質的活潑精素顯然加增骨骼筋的力量，延長他工作的能力，疲勞的時候增進他的收縮。溫血動物裏也可見同樣的效果，不過要先作些實驗的手術，如麻醉和切斷延髓(balb)，使他們入於一種類似冷血動物的狀態纔行。

以上的證據表明除掉副腎有削弱筋力的效果，注射副腎的提出物有加強筋力的效果。所以副腎腺的分泌物的增加，不論起於內臟神經直接的刺激，或為疼痛或主要情緒的反射的結果，於完成肌肉的工作上大概是個生力的 (dy-

* 早先這些研究中所用的是全腺的提出物，不分別髓質(medulla)和皮質(cortex)的作用。隨副腎的割除或疾病筋力發現的孱弱或可由於皮質的不存(參看 Hoskins and Wheelon: American Journal of Physiology, 1914, xxxiv, p. 184)。這個可能的效果不應和注射副腎精(只取自副腎的髓質)的效果與刺激內臟神經引出的副腎分泌物相似的效果相混。

namogenic) 原素。一九一二年奈思(L. B. Nice)和我⁶作了一系實驗,考究這個可能的事情。

我們的研究是要看刺激隔離脊髓的內臟神經及於肌肉的收縮的影響,這個肌肉的神經也從脊髓割斷,用離斷的感應電擊(break induction shocks)節拍地,均一地刺激他。肌肉受了這樣的刺激起初用強力的收縮來反應,不過工夫大了肌肉的收縮漸至變弱,短縮的程度也漸低減,在這效率低微的狀態可以繼續工作很久的時間。繼續地,勻平地表現反應力的微弱的疲倦肌肉就叫作到了“疲勞級”(fatigue level)。這一級可作個很好的根基以考驗對於肌肉工作可有好影響的各種勢力,因為好的影響立刻表為收縮的加強。

我們的實驗中,動物的內臟神經和肌肉間只連有循環的血液——一切神經的連絡都割斷了。所以刺激內臟神經時,肌肉的能力若有任何變化,那一定因為供應活動的肌肉的血液分量或性質上有了變易。

多數的實驗都用貓作,但用貓得的結果於兔和狗都得證實。由個胃管給貓和兔銜炭醇精(urethane,每妊體重2克)使他們麻醉,這個方法沒有醇精(ether)的效力的起伏。在電溫墊上把貓等倒仰着拴在套架上。實驗的時候加意保持動物的常態體溫。

神經肌肉的標品(nerve-muscle preparation)

通常選出來加以疲勞的肌肉是右後足的伸筋 (extensor) (前脛骨筋 *tibialis anticus*), 不過有時也用同足的趾的總伸筋 (common extensor muscle). 把分布於這些肌肉的前脛骨神經 (anterior tibial nerve) 剝出二種, 在近身體的一邊割斷, 裝入包皮的電極 (shielded electrodes), 四圍的皮膚用彈夾擠緊。這樣一來神經遂得庇護, 常常溼潤, 受刺激時不牽連別的組織。在皮面切一小縫, 剝出筋肉的腱 (tendon) 來, 用一條強韌的線縛緊以後就從他的止點 (insertion) 截斷。於是作成了一個神經肌肉的標品, 他和原來的血流仍相連絡。膝部和足部——就是, 在筋腱露出的縫裂的兩端——都用皮條縛住, 把這個標品緊繫在拘禁動物的架上。

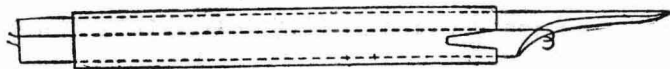
拴在筋腱上的線, 經過滑車, 下至一個附有記錄針 (writing point) 的有樞軸的鋼條。滑車和這個鋼的帶記錄針的槓杆都用固定的三腳架支着。起先的實驗中使收縮的肌肉舉重 (125 到 175 克); 以後的實驗中改使肌肉曳引附於鋼條下邊的彈簧。肌肉開始從支點曳起槓杆時彈簧的張力 (tension) 在多數實驗裏都是 110 克, 記錄針提高 4.5 耗, 張力就增加 10 克。槓杆的放大度 (magnification) 是 3.8 倍。

給前脛骨神經的刺激多數實驗裏都是單一的離斷電擊, 若加在新鮮標品上他的力量剛是最高的 (maximal)。刺激的率從每分鐘 60 到 300 次, 但在同一實驗裏是一律的。普通適用的刺激率是每分鐘 180 次。

前脛骨神經兼有影響血管和收縮骨骼筋的纖維，所以給他的刺激或可擾亂這一部分的血流，這個可能的事是定須算到的。血管的收縮因減少筋肉的血流很可引起嚴重的騷亂。包迪墀(Bowditch)和窩倫(Warren)⁷的實驗證明用感應電擊刺激筋肉，每秒若不過五次，就放大而不縮小血管，於是我們沒有減少血量的危險了，因為我們的實驗裏刺激率永未超過每秒五次，通常都是二、三次。並且，用這些不同的刺激率我們從沒有見任何結果可以歸之血流的減少。

內臟神經的標品(splanchnic preparation)

用幾樣不同的方法刺激內臟神經。起初只取用腹部左邊的內臟神經。把神經從脊髓割斷，放到包皮的電極上。最合用的電極的樣式如第十圖。這個器械製自一個圓



第十圖。——用以刺激內臟神經的包皮電極。說明見本文。

硬木棒，一端斜削而成一尖，棒的兩邊挖出溝槽。把絕緣的銅絲壓入槽裏，銅絲的末端是白金鉤，突出削的面。棒的周圍裹有絕緣的橡皮管，頭端割裂，橡皮管推到下部時可使白金鉤露出來。

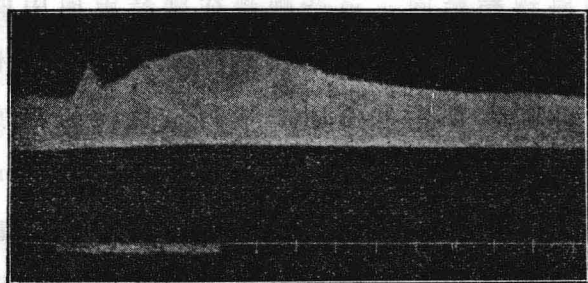
未用電極以前，先把左內臟神經從連接的組織剝出，緊

在他的出處縛結堅固。這些神經從縛結處向中樞方面的傳導力 (conductivity) 遂由這強壓破壞。於是把木棒的尖端插入脊部肌肉裏，使電極固著不動。插入的程度要恰使白金鉤下距神經幾耗之遠。用一個小探針 (seeker) 把神經輕輕架到鉤上，向下推送橡皮管，直到接觸體壁。電極下端的周圍鋪墊吸水棉，以吸收可以流出的任何液體；最後用彈夾擠合腹壁。橡皮管的作用是使白金鉤不觸脊背的肌肉和易動的臟器，而仍可接觸要刺激的神經。這個刺激的器械可以急速裝好，安置以後就不必再注意了。有幾個實驗，刺激胸部左右兩邊的內臟神經。包橡皮管的電極用於胸部和用於腹部同樣地適宜。

刺激內臟神經的電流是迅速斷續的感應電流，他的力量恰不起蔓延的效果。刺激內臟神經可使副腎腺分泌，已由許多不同的方法證明，這是已經說過的了（參看第三章，第二節）。

刺激內臟神經對於疲勞肌肉的收縮的影響

若用一長系迅速斷續的電擊重複刺激骨骼筋，他的強力收縮逐漸變弱，直到入於一個無甚變化的狀態，作出的圖線頂緣平直——筋肉已到“疲勞級”了。筋肉疲勞到這一級，我們於是試驗刺激內臟神經的效果。刺激左內臟神經常得的效果見第十一圖。這個實驗中，筋肉弛緩時不提重物，



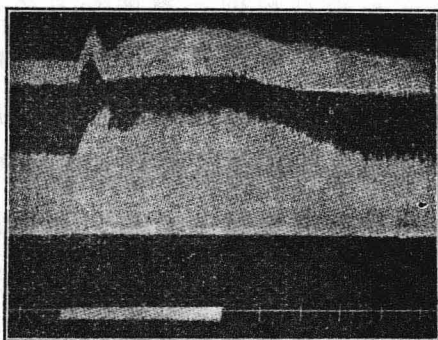
第十一圖。——上記錄，前脛骨筋的收縮，一分鐘 80 次，提 125 克的重。下記錄，刺激左內臟神經的時間，兩分鐘。時間的單位是半分鐘。

收縮時提 125 克的重。刺激的率是一分鐘 80 次。

筋肉的記錄表示起初從疲勞級暫時上昇，隨即跌落，再後又有長時的上昇。記錄的極高度是 13.5 耗，比未刺激內臟神經以前的記錄高出 6 耗。在一個短的時期比未刺激內臟神經以前筋肉多作百分之 80 的工，在一個很長的時期效率上表現中平的增進。

筋肉的記錄上第一個昇進

記錄筋肉的收縮時若同時記錄動脈的血壓 (arterial blood pressure)，就見筋肉記錄上起初短時的昇進和血壓曲線 (blood pressure curve) 上起初的銳昇恰在同時(參看第十二圖)。血壓起初的銳昇由於內臟神經分布的地域中血管的收縮，若除掉營養管或緊縛腹軸 (celiac axis) 和上下腹動脈



第十二圖。——上記錄，用薄膜氣壓計 (membrane manometer) 得出的動脈血壓。中記錄，前脛骨筋的收縮，提125克的重，每分鐘刺激80次。下記錄，刺激內臟神經的時間(兩分鐘)。時間的單位是半分鐘。

(superior and inferior mesenteric arteries) 就沒有這個現象了。

肌肉收縮的增高大概直接起於因壓力的增加血流的暢旺，因為若夾緊副腎靜脈再刺激內臟神經，血壓照前上昇，同時肌肉的收縮也有昇進。

肌肉的記錄上長時的昇進

第十二圖表明血壓記錄起初的銳昇隨即低落下去。若夾住副腎靜脈就沒有這迅速的低落。割去副腎腺的前後血壓記錄上也有類似的不同。愛理約締 (Elliott)⁸，賴曼 (Lyman) 和我⁹ 先後證明起首昇進以後的驟降和後來血壓的提高都是副腎分泌物放入血流的結果。第十二圖表明

緊在血壓的驟跌以後筋肉的記錄開始有久續的昇進。

若用彈夾擠緊了副腎靜脈，不使血液外流，於是去刺激內臟神經，再撤去彈夾，筋肉的收縮就有點明顯的昇進。楊 (Young) 和雷滿 (Lehman)¹⁰ 的實驗中先把副腎靜脈緊縛一時，然後放鬆，這些靜脈存聚的血放出以後血壓隨著升高。放回血流的這點血液分量太少了，決不足說明血壓的增大。

我們已經知道刺激內臟神經可使副腎分泌，連同這項證據，可以推定血壓的提高是由於那種分泌物。也要知道，這個實驗裏非等副腎分泌物納入全身血流中筋肉的收縮沒有久續的昇進。

實驗的時期，我們見刺激了內臟神經疲勞的筋肉收縮的進益上有許多變異。筋肉的記錄高度上的進益程度不同。有些時候，收縮加倍提高——增進百分之 100；有些時候，刺激了內臟神經比未刺激以前筋肉的收縮只是稍見提高；更有些時候沒有任何的進益。我們從沒有見過加高的收縮能夠及上新鮮筋肉原始的強力收縮。

進益的效果延續的久暫也有不同。有些時候，停止刺激內臟神經以後四、五分鐘內筋肉就回到以前的活動級 (working level) (參看第十一圖)；也有些時候，刺激停止以後，筋肉續作強大的收縮十五或二十分鐘之久。

兩個原素：動脈的血壓和副腎的分泌物

上述的證據表明刺激了內臟神經增進疲勞肌肉的收縮。但刺激內臟神經是有兩樣效果的——增高一般的動脈血壓，又使副腎腺放出副腎精。問題來了：刺激內臟神經增進肌肉的收縮是由於增高動脈血壓，因而使鮮血湧向動作的肌肉麼？或是刺激內臟神經發出來的副腎精自己增進肌肉的收縮呢？或二者通力合作呢？以下兩章就研究這些問題。

參 考 書

1. Albanese: Archives Italiennes de Biologie, 1892, XVII, p. 243.
2. Boinet: Comptes rendus, Société de Biologie, 1895, XLVII, pp. 273, 498.
3. Oliver and Schäfer: Journal of Physiology, 1895, XVIII, p. 263. 參看 Radwńska, Anzeiger der Akademie, Krakau, 1910, pp. 728-736. 對於他的評論見 Zentralblatt für Biochemie und Biophysik, 1911, XI, p. 467.
4. Dessy and Grandis: Archives Italiennes de Biologie, 1904, XLI, p. 231.
5. Panella: Archives Italiennes de Biologie, 1907, XLVIII, p. 462.
6. Cannon and Nice: American Journal of Physiology, 1913, XXXII, p. 44.

7. Bowditch and Warren: *Journal of Physiology*, 1886, VII, p. 438.
8. Elliott: *Journal of Physiology*, 1912, XLIV, p. 403.
9. Cannon and Lyman: *American Journal of Physiology*, 1913, XXXI, p. 376.
10. Young and Lehmann: *Journal of Physiology*, 1908, XXXVII, p. liv.

第七章

變更動脈血壓對於疲勞肌肉的收縮的影響

情緒激發的時候交感神經傳出衝動，增強微動脈管的收縮，使心搏格外有力，因而提高動脈的血壓；這已經講過了（參看第二章，第四節，第一段）。忠告動脈剛直或心臟衰弱的人躲避可起激擾的情境，就因為在這些病理狀態動脈血壓由激擾而提高對於心臟和脈管可有嚴重的惡果。作劇烈的肌肉活動時動脈血壓也隨着提高，這事也早知道，可以着高壓所傷的人也設法躲避。情緒激動和奮發筋力的時候血液從腹部的衆多血管大量地壓到身體他些部分去。情緒發動時腹部的動靜脈管受內臟神經的衝動而起收縮。

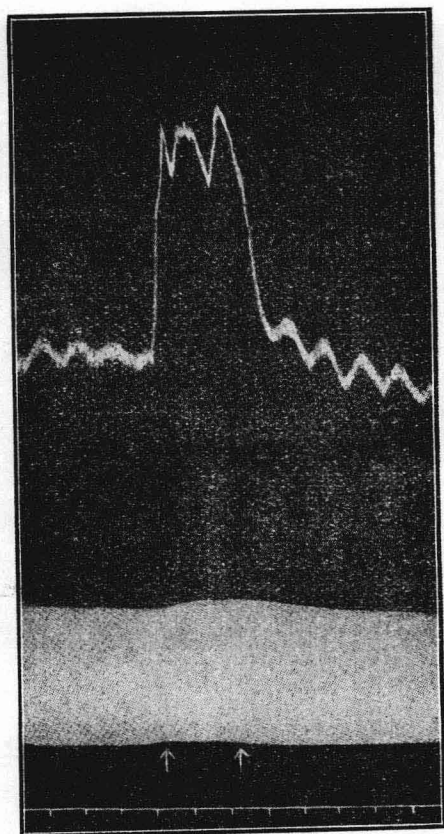
作劇烈的肌肉奮力時橫隔膜 (diaphragm) 和腹壁肌肉自然地，敵對地發起收縮，以挺直身體，支持胳膊；結果腹部壓力的提高把血液從腹部擠出，且不使血流再聚於該部。馬克德 (McCurdy)¹ 證明作極端的肌肉奮力時，全身的動脈壓力可從幾近 110 耗的水銀 (110 millimeters of mercury) 驟升到 180 耗。

提高動脈血壓的效果

因情緒激發或奮發筋力動脈血壓的加高在肌肉的效率上可有什麼影響，這個問題沒有得人什麼注意。奈思 (Nice) 和我發現仔細研究動脈血壓和肌肉效能的關係是必要的；一九一三年我的學生葛拉伯 (C. M. Gruber) 纔把這些關係弄明白了。

葛拉伯所用的麻醉法和刺激法與前一章講的相仿。用一個水銀氣壓計 (mercury manometer) 從右頸動脈 (right carotid artery) 或股動脈 (femoral artery) 記錄動脈的血壓。一個指示半分鐘的間隔的時間圖記器 (time marker) 放在氣壓計大氣壓力的度數。血壓的記錄針，肌肉槓杆的圖記針和時間的標記器都在記錄鼓 (recording drum) 表面一條直線上，所以肌肉作任何一次收縮時血壓的高度就同時記下來。

提高動脈血壓用兩樣方法：由白金電極 (platinum electrodes) 刺激頸部的脊髓；或先把左副腎腺從全身的血流隔離，再刺激左邊的內臟神經。所以隔離副腎腺的就是要免除副腎分泌物可以有的任何影響。這些實驗裏假定了活動的肌肉的血管是要放大，如考甫曼 (Kaufmann)² 所證明的，血壓增高時他們給大量的血液於所供應的肌肉。提高動脈血壓的效果見第十三、十四和十五圖。第十三圖所代表的實驗裏，提高血壓的方法是刺激頸部的脊髓，第十四和

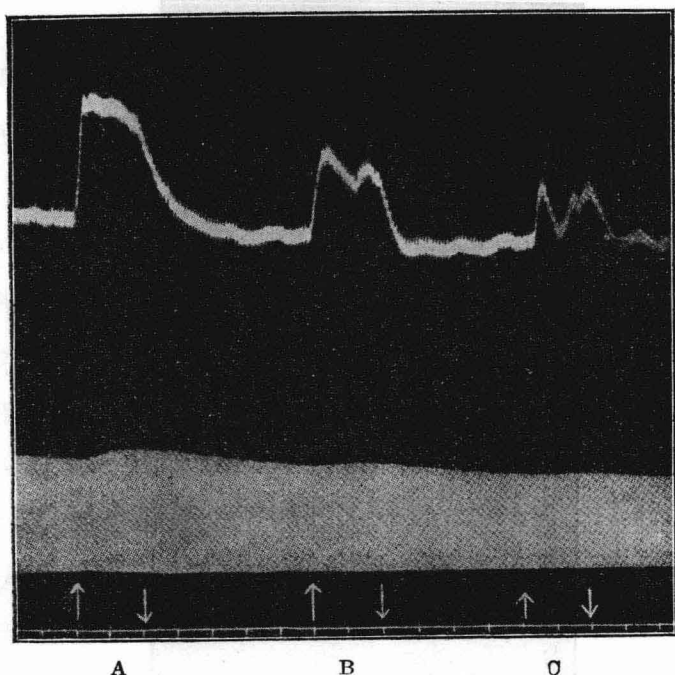


第十三圖。——這個和以下各個記錄中，上部的曲線指示血壓，中部的線指示肌肉的收縮，下部的線指示三十秒的時間（也是血壓的零度）。箭頭的中間刺激暴露的頸部脊髓。

十五圖是縛去左副腎腺以後刺激左內臟神經。

第十三圖原來的血壓是 120 耗水銀。提高 62 耗以後，疲勞的肌肉收縮的高度只長了百分之 8.4。

第十四圖原來的血壓是 100 耗水銀。把這個血壓增

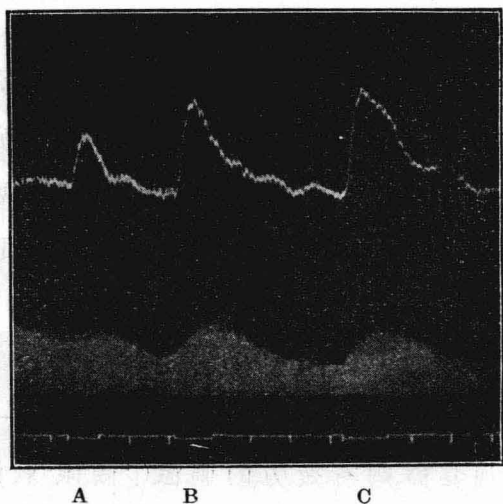


第十四圖。——箭頭當中的時間刺激左內臟神經(縛去左副腎腺)。

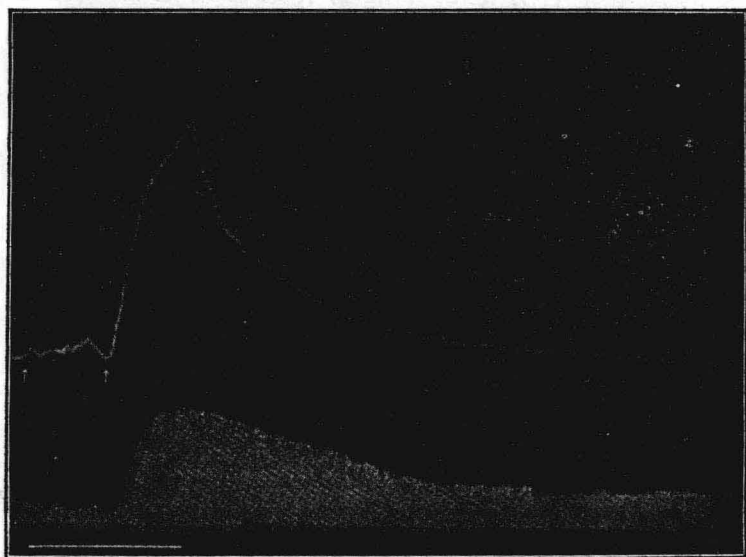
高32耗以後,筋肉收縮的高度同時升高百分之9.8。第十四圖B,動脈血壓增加26耗,同時筋肉的收縮加高百分之7。

第十四圖C,血壓雖增加18耗,收縮上不見什麼進益。

第十五圖原來的血壓很低——68耗水銀。第十五圖A,血壓加高18耗(第十四圖也加這樣高,沒有效力,)收縮的高度加增百分之20。第十五圖B,血壓增加24耗,筋肉的收縮相當的增高是百分之90;第十五圖C,血壓增加30耗,收縮



第十五圖。——在時間線上指示的幾個時期刺激左內臟神經。左副腎腺的血管事前縛去。



第十六圖。——底下的記錄(血壓的零度)表示刺激左內臟神經的時間;在箭頭中間的時期擠壓心臟不使血壓提高。

增進百分之125。

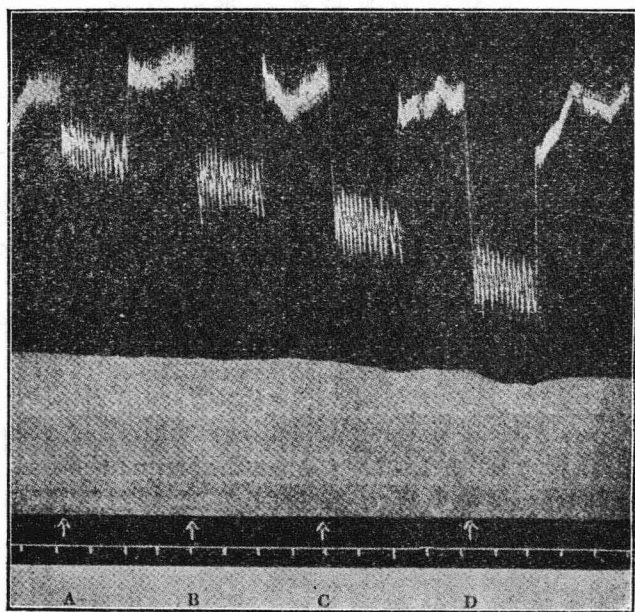
比較第十三,第十四和第十五圖就見血壓從低級上昇(即使所昇極少)比從高級上昇(即使所昇極多)疲勞的肌肉收縮的進益大得多多。奈思和我曾作一個實驗,刺激內臟神經以提高動脈血壓,從48耗的低級昇到100耗,同時肌肉收縮的高度約增加六倍之多(參看第十六圖)。

葛拉伯研究刺激內臟神經在疲勞肌肉的感應性(irritability)上的影響,證實以上的結果。在一系十一次試驗中,疲勞的狀態加甚時,剛有效力的刺激(“閾限”刺激 threshold stimulus)的平均值就須加大。對於神經肌肉(nerve-muscle)強度的加增是百分之二十五,對於肌肉則是百分之七十五。於是刺激不與左副腎腺相連的內臟神經。動脈血壓——高低不等,從90到100耗水銀——至少昇高40耗。刺激內臟神經的結果,神經肌肉的感應性平均恢復了百分之42,肌肉則恢復了百分之46。所以,絕不藉副腎分泌物任何可能的作用,一般血壓的增高就能使疲勞的肌肉大大地恢復常態的感應性。

減低動脈血壓的效果

動脈血壓提高,疲勞肌肉的收縮的高度既然增長,所以很可想像,血壓減低就有相反的效果。不過只等血壓降到90至100耗水銀以下,這話纔對。動脈血壓若是150耗水銀,

未使收縮的高度低減以前必須降落55至65耗。第十七圖是一個實驗的記錄，壓迫胸部，減少心臟發出的血量，以減低血壓。記錄表明血壓低減從120耗到100耗水銀(A)，收縮的高度不顯什麼低降；減到90耗(B)，收縮低降百分之2.4；減到80耗水銀(C)，收縮低降百分之7；減到70耗(D)，收縮低降百



第十七圖。——箭頭指示開始壓迫胸部的時間，藉此減少心臟發出的血量。

分之17.3。又有一法得的結果類似見於第十七圖的，就是恰在腸骨枝 (iliac branches) 的上部用細繩套住大動脈 (aorta)，牽引細繩以減少流向後肢的血量。

所以90至100耗水銀可以看作是“臨界區域”(critical region),肌肉繼續收縮時,在這個界域上血壓若有低減,肌肉的收縮就要隨着降落。就是在這個界域上血流很危險地接近不充分的情況了。

變更動脈血壓的效果的解釋

這些增減動脈血壓的效果頂好怎樣解釋呢?有許多證據說活動的肌肉裏疲勞產物(fatigue products)聚積起來,這些物質能妨礙有力的收縮。許多年前,朗開(Ranke)³證明疲勞一個失了循環的血液的肌肉,直到他停止不動,然後還給他的血流,這個肌肉於短時間內又能反應刺激,因為聚積的廢物被鮮血中和或沖出去了。溫血動物中,血壓在常態的高度時(約120耗水銀,參看第十三圖)血流似足沖去有礙的廢物,至少於這些實驗裏所用的單個肌肉為然,因為血壓的高昇在疲勞級引不起什麼變化。血壓若變態地低,血流就不充分,廢物於是聚積起來,妨礙肌肉的活動。這些時候,血壓增高有極驚奇的好效果。

前日研究家所報告的副腎精及於疲勞肌肉最好的效果都從研究冷血動物得來:這件事很可注意。這種動物中,維持血液循環的動脈血壓通常只當溫血動物的三分之一。

注射一點副腎精,不致排擠血流,就高昇動脈血壓,因以加旺活動的肌肉的血流。簡單說,冷血動物的循環狀況恰像血

壓約在50耗水銀的斷脊的哺乳動物所有的（參看第十六圖）。這些時候，循環的改善能使肌肉從疲勞大顯平復。帕奈拉（Panella）⁴說溫血動物只當深受麻醉或失掉延髓時纔見副腎精及於疲勞的顯效。他似乎相信，在常態的哺乳動物中副腎精沒有什麼效力，因為不久就消滅了，在冷血動物和用麻醉或斷脊使呼吸，循環和生熱的（thermogenic）狀態都似冷血動物的哺乳動物中，副腎精纔有明著的效驗。據以上血壓及於疲勞肌肉的影響的實驗，我們解釋帕奈拉的結果不取他的說法，而說是由於兩個原素。第一，血壓低時比血壓高時肌肉的效能跟隨血壓的起伏敏捷得多。第二，一劑副腎精永能提高弛弱的血管中的低微血壓，所以循環的增進兼能說明冷血動物和斷脊的哺乳動物中所得的結果。

歐利渥（Oliver）和夏佛爾（Schäfer）說注射了副腎分泌物以後從身上取下的肌肉收縮得非常有力。第十六圖表明，血流“已經”增進了：這件事實可使收縮的肌肉長時地維持大的效率。歐利渥和夏佛爾的結果或可根據這個說明。

疼痛和情緒激發時動脈血壓的提高的價值

前邊一段曾說，有些證據指示肌肉活動時供應肌肉的血管就要漲大。常態的血壓（約120耗水銀）雖可使實驗中用的那個肌肉常有充分的血流，活動的若不只是一個肌肉，所要的血壓就要更高，因為多數血管同時放大，可使血壓過

低，以致活動的器官裏血流不足。此外，許多肌肉同時活動，廢物的量也就增多，得豐足血流以抵制廢物的需要也因此加大。有此二因，動脈血壓的提高是很有利的。情緒激發和疼痛時易隨有肌肉的活動，所以這些時候血壓提高可以特別有用。

講到這裏，我們覺得副腎精分配全身血流的作用極有趣味。歐利渥和夏佛爾⁵實測各個臟器和四肢體積上的變化，證明內臟神經管轄的臟器——如脾、胃和小腸——注射副腎精以後體積很顯減小，血液從內臟區域湧入的肢體形體實有增漲。副腎精的作用指示交感神經的特殊功能。換句話說，疼痛和情緒激發時，交感衝動，大概受同時放出的副腎精的補助，把血液從供應身體日常需要的養活器官 (vegetable organs) 擠到骨骼筋中，他們須作格外的活動以掙扎或逃跑。

副腎精排擠內臟的血液這話也有幾個例外。我們知道副腎精對於心臟的動脈的作用是放大，不是縮小；副腎精對於腦和肺的血管若有影響也是極小的。從這些事實可以推定交感的衝動雖收縮腹腔臟器的動脈，對於肺臟和腦內的動脈沒有顯明的影響，並且實在增加供應心臟的血流。情緒激發時，血液就從危急關頭無甚重要的器官提來，豐富地供給有絕對的、直接的重要的器官——古人稱為生命的三腳架 (tripod of life) 的那些：心、肺、腦以及腦的工具——骨

骼筋。遷移血液，使保存個體生命的器官常得充分的血流，這事可以解作有最高的生物學的重要。以後講了疼痛和情緒激發時別種的身體變化，我們再於相當的時機去討論他。

參 考 書

1. McCurdy: American Journal of Physiology, 1901, V, p. 98.
2. Kaufmann: Archives de Physiologie, 1892, XXIV, p. 283.
3. Ranke: Archiv für Anatomie, 1863, p. 446.
4. Panella: Archives Italiennes de Biologie, 1907, XLVIII, p. 462.
5. Oliver and Schäfer: Journal of Physiology, 1895, XVIII, p. 240.

第八章

副腎精消煞疲勞產物的特效

筋肉到了疲勞級，收縮的高度就低降下去。若加強刺激，又引出高的收縮來。這些現象雖已熟知，但是他們的起因從未經過相當的分析。收縮的低降大概有這幾個原因。(1)可用的生力的材料(energy-producing material)的消耗；(2)疲勞的筋肉中代謝產物(metabolites)的聚積；(3)在連續刺激的點上神經的分極(polarization)；和(4)感應性(irritability)的減退。這些原素在筋肉裏可以交互作用，如第二可以引起第四。

閾限刺激的變異可爲感應性的權度

決定引起最微的收縮的最小刺激，所謂“閾限刺激”(threshold stimulus)，可以考定上邊的末一項——疲勞及於神經筋肉的連合體(nerve-muscle combination)或筋肉自己的感應性的影響。感應性減小，閾限刺激必須加高。所以閾限的高低就是感應性的權度了。疲勞怎樣影響神經筋肉(nerve-muscle)和筋肉自己的感應性？休息對於疲勞器官

的感應性有什麼影響？副腎精或副腎分泌物於他有什麼影響？一九一三年葛拉伯(C. M. Gruber)¹作了一系實驗，解答這些問題？

確定閾限刺激的方法

這些實驗裏所用的神經筋肉的標品許多地方類似以前講的奈思(Nice)和我的實驗所用的。為避免麻醉的影響起見，把些動物在醇精麻醉下割除大腦，然後去作實驗，就和用銹炭醇精(urethane)麻醉動物，然後使用一樣。把供應前脛骨筋(tibialis anticus muscle)的神經(總腓骨神經 peroneus communis)剝出，切斷，挨近截頭附上包皮的白金電極。這些電極是用以疲勞筋肉的。在電極和筋肉中間可以迅速加用別的白金電極，以測定閾限刺激和組織阻力(tissue resistance)。不用時，即撤除這第二組電極，復用時，永遠放在同一地方，未放以前要擦去神經或白金極尖上的水液。

把前脛骨筋外邊的皮膚和其他覆蓋的組織剝去兩塊，相隔約有五厘，以便測定筋肉的閾限刺激。測定的時候就把白金針極經這些切口插入筋肉裏邊，作新的測定時把針極插入暴露面的新點，以免起局部的分極(local polarization)。

和以前的實驗一樣，把前脛骨筋的腱也用強韌的絲線繫住，通過滑車，到一個槓杆上，槓杆揚舉的時候曳引一個彈簧。測定閾限刺激時，把彈簧從槓杆解下，因此筋肉所引的

只是槓杆的自身(約15克)。

測定把來試驗閾限所用的電流的刺激力用哈佛大學實驗室的學者馬丁博士(Dr. E. G. Martin)*的方法——感應電擊的力量,如用此法,可以按明確的單位計算。若算入組織的阻力,這就叫作 β 單位。測取神經肌肉的閾限時,使測定的器械由接近肌肉的電極和神經接連。這組電極離使肌肉疲勞的電極有三種多遠;安放的方法要使陰極接近肌肉。若直接測取肌肉的閾限,測定的器械就由插入肌肉的白金針極以和肌肉接連。每次試驗,把感應圈的副圈(secondary coil)從正圈(primary coil)移動,直等得到肌肉最小的收縮,於是記取副圈的地位。共作四個記錄:一個對於組織阻力,其他三個對於副圈輪道(secondary circuit)上10,000, 20,000, 和 30,000, 歐姆(ohms)的附加阻力。只用離斷的電擊(break shocks)——完成的電擊(make shocks)別成輪道,影響不着肌肉。緊在確定了副圈的地位以後,撤除或離解電極以前,把組織的阻力測量三次。從這些數算出 β 的四個數值來。

確定神經肌肉的閾限的第一電流(primary current),他的力量多是.01安培(ampere),也有幾次是.05安培。試驗常態的肌肉是.05安培,試驗神經潰廢的肌肉是1.0安培。各

* 馬丁博士計算電流刺激力的方法,要知其詳,參看他的

The Measurement of Induction Shocks, New York, 1912.

次實驗所用的感應圈副圈阻力(secondary resistance)是 1400 歐姆。作得數的修正 (corrections) 時,把這個數值加在平均的組織阻力上——圈心的磁化(core magnetization)也要在內修正。

因疲勞神經肌肉的感應性的低減

割除大腦的動物中,總腓骨神經的閾限是從 0.319 到 2.96 單位,於十六次實驗平均為 1.179*。這個平均數和泡特爾 (E. L. Porter)² 得自斷脊的貓的橈骨神經(radial nerve)的一樣。受銻炭醇精麻醉的動物中平均數比較高些。這種動物裏,閾限是從 0.644 到 7.05,十次實驗中平均為 3.081。

割除大腦的動物中,前脛骨筋的閾限是從 6.75 到 33.07 單位,十五次實驗平均是 18.8。在銻炭醇精麻醉下作了十次實驗,閾限從 12.53 到 54.9,平均是 29.84 β 單位。從這些實驗可見麻醉顯能影響閾限的高低。

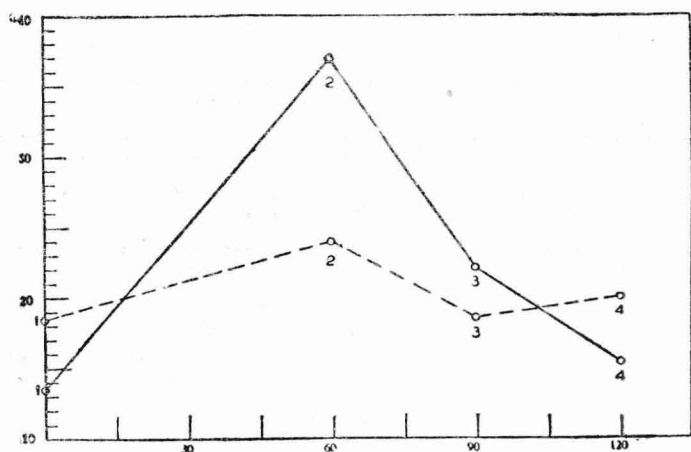
泡特爾在哈佛大學生理實驗室裏作了些實驗,證明安靜的神經肌肉的閾限多少點鐘可以不變,這個結果後經葛拉伯證實(參看第十九圖)。所以疲勞以後閾限若有變化,那必是神經肌肉或肌肉本身因疲勞而起的變化的結果。

疲勞以後,十六個割除大腦的動物中神經肌肉的閾限

* 要得這些和其他定量的實驗的詳細資料,讀者可看原來的論文中的表。

從 1.179 加到 3.34——增高百分之 183。十個經銹炭醇精麻醉的動物，疲勞以後，閾限從常態平均數 3.08 增到 9.408——加高百分之 208。

閾限刺激的同樣加高也直接得於常態的筋肉。割除大腦的動物中，18.8 單位的常態閾限因疲勞而增到 69.54，或增加百分之 274。經銹炭醇精麻醉，閾限從 29.849 增到 66.238，或增加百分之 122。



第十八圖。——從一個實驗的材料製出的記錄。分數的時間距記在橫座標上，閾限的單位數值記在縱座標上。實線是筋肉的記錄，點線是神經筋肉的記錄。神經筋肉的數值放大了十倍，筋肉的數值是原大的。

(1) 閾限的常值。

(2) 提舉 120 克的重，每分鐘 240 次，工作一點鐘後的疲勞閾限。

(3) 和 (4) 休息以後的閾限。

第十八圖從許多實驗的一個的資料製成,表示疲勞的前後閾限的高度。兩個閾限數值,一個取自供應肌肉的神經,一個直接取自肌肉,其間的一致可以符證電極的準確。圖裏的點線代表神經肌肉的閾限(由單位數),實線代表肌肉的閾限。神經肌肉的閾限價值放大了十倍,以便使這兩個記錄互相比較。這個實驗裏,疲勞以後,肌肉的閾限(在2)比常態的閾限(在1)加高百分之167,神經肌肉的閾限疲勞以後比常態的加高百分之30.5。

工作的久暫和閾限的增長顯然有直接的關係。例如一個肌肉疲勞了兩點鐘後,他的閾限比在第一點鐘的臨了高些。工作的數量和閾限的關係不很明瞭。有些動物提舉120克重,每分鐘提120次,作了30分鐘後,肌肉的閾限比別些動物提舉200克重,每分鐘提240次,也作30分鐘以後的閾限高些。在後者肌肉所作的工幾多於前者四倍,而閾限較低。這點差異或是由於動物一般的生理情況。

有幾個實驗,於實驗前七至十四天,把供應肌肉的神經截斷。於是肌肉裏沒了活的肌肉纖維。六個動物中,神經潰廢的肌肉平均的常態閾限是61.28單位。因為疲勞,閾限增加的百分值是很大的,和常態的肌肉一樣。

由休息疲勞的肌肉恢復常態的感應性的緩慢

休息可以低減神經肌肉和肌肉自己的疲勞閾,從第十

八圖可以明白。感應性完全回復要用多少時間，這全看所作的工的多少，不過，這個變化，也和疲勞一樣，各動物間相差很遠。有些動物，休息十五分鐘就恢復常態的閾；在別些動物裏，作同樣多的工，休息兩點鐘後，筋肉的閾還是高於常態。這可因為動物的生理狀況彼此不同——在些動物裏，代謝產物比別些動物排除得快。同一動物，若從神經和肌肉二處檢定，恢復常態閾限的率也不相同。第十八圖（在3）神經肌肉於30分鐘恢復常態，而肌肉（在4）休息了一點鐘，離常態閾限還有幾 β 單位。不過，這是不足代表一切神經肌肉和筋肉的。相反的情形——肌肉恢復常態先於神經肌肉——和纔說的一樣地常見。這兩種組織所以不能於同一方向起一律的變化的，或可因為不同的時候電極插入肌肉的地方各異（如是否靠近神經纖維）。在神經上測定的結果比肌肉上的結果比較容易一律，並且可靠。

神經潰廢的肌肉中，從疲勞回到常態的閾限所用的時間和常態的肌肉差不多一樣。

由副腎精的作用疲勞的肌肉恢復常態的感應性的迅速

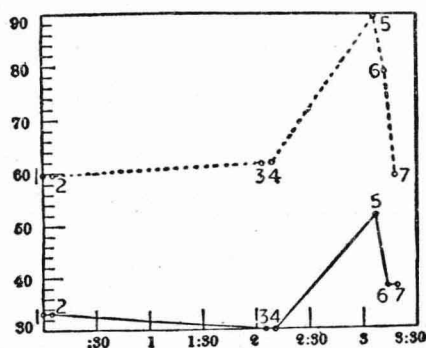
以上的研究證明疲勞提高筋肉的常態閾限，平均自百分之100至200（也可多過百分之600）；提高的程度因肌肉工作時間的長短而異，但也因動物而有不同；休息十五分鐘至兩點鐘可以恢復常態的感應性；閾限的恢復因休息的時間，

工作的久暫和動物的生理狀況而異。其次葛拉伯所要解決的問題，是要知道刺激了內臟神經，疲勞的肌肉收縮的增進是否可以歸諸副腎分泌物可以有的恢復常態感應性的任何作用。爲明瞭這些可能起見，他先把生理分量(physiological amounts)的副腎精慢慢地注入頸靜脈(jugular vein)，看有什麼效果*。

這些實驗所用的動物中，總腓骨神經的常態閾限是從0.35到5.45單位，九次實驗中平均是1.3，這和以前實驗疲勞的效果時所得的數值1.179相近。前脛骨筋——他的神經末梢完好無損——的閾限是從6.75到49.3單位，九次實驗平均是22.2。這比以前所得的數稍大一點。疲勞的結果，神經筋肉的閾從平均數1.3增到3.3單位——增加了百分之154。筋肉的閾從平均數22.2增到平均數59.6——增加了百分之169。注射了0.1至0.5厘的副腎精(1:100,000)以後，“五分鐘裏”神經筋肉的閾從平均數3.3減到1.8，恢復了百分之75；筋肉的閾從平均數59.6減到42.4，恢復了百分之46。葛拉伯要證明副腎精的這種作用是消煞疲勞的產物，於未經疲勞的動物中，在注射副腎精的前後，考定肌肉和神經筋肉的閾限。他發現他們的閾限沒有低降，這個結果和疲勞過的肌肉中着副腎精引起深重，迅速的低降的大不相同了。

* 作這些和別的注射所用的副腎精是帕克德維思公司(Parke, Davis & Co.)製的新鮮副腎精(adrenalin)。

第十九和第二十圖是從這裏邊的兩個實的資料作成的,表明注射副腎精的前後閾限的高低。從供應肌肉的神經和直接從肌肉自身所得的兩個閾限極相近似,可以證明電極上沒有錯誤。這兩圖裏的實線代表肌肉的閾(由單位數),點線代表神經肌肉的閾。神經肌肉的閾在第十九圖放了一百倍,在第二十圖放大了十倍。第十九圖中(在2和4)從靜脈注射了0.1和0.2 喱副腎精以後考定閾限。



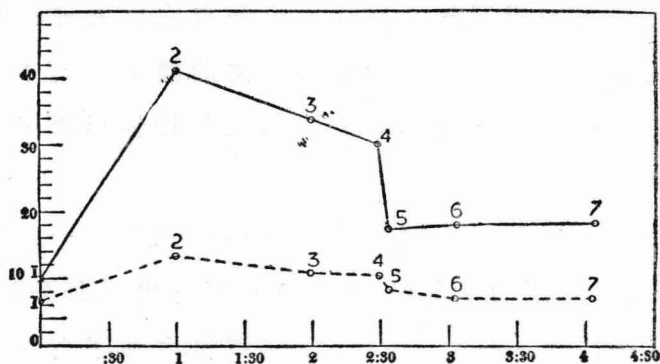
第十九圖。——從一個實驗的材料製成的記錄。點數和分數的時間距記在橫座標上;β單位的閾限價值記在縱座標上。實線是肌肉的記錄,點線是神經肌肉的記錄。神經肌肉的記錄放了一百倍;肌肉的記錄是原大的。

(1)常態的閾限刺激。(2)事前不加疲勞,由靜脈注射0.1 喱副腎精(1:100,000)五分鐘後的閾。(3)休息兩點鐘的閾。(4)事前不加疲勞,注射0.2 喱副腎精(1:100,000)五分鐘後的閾。(5)疲勞一點鐘後的閾。肌肉對着一個有120克原始張力的彈條收縮,每分鐘120次。(6)注射0.1 喱副腎精(1:100,000)五分鐘後的閾。(7)又注射0.5 喱副腎精(1:100,000)五分鐘後的閾。

這些實例證明,無論直接檢查肌肉或檢查神經肌肉,副腎精決不影響不經疲勞的常態肌肉的闕限。第十九圖(3)休息兩點鐘後所考定的闕限證明在這種情形闕限是恒定不變的。

第十九圖常態的闕限由疲勞提高(在5)——肌肉對着120克的原始張力(initial tension)的彈條曳引,每分鐘120次,共曳了一點鐘——從30.0昇到51.6單位,增加了百分之72;神經肌肉的闕從0.62昇到0.89,增加了百分之46。注射了0.1喱副腎精(1:100,000),“五分鐘後”,測取闕限(在6)。肌肉的闕從51.6降到38.0單位,恢復了百分之62;神經肌肉的闕從0.89降到0.79單位,恢復了百分之37。又注射0.5喱副腎精以後,再測取闕限(在7);神經肌肉的闕降到常態——0.59單位——恢復了百分之百,肌肉的闕還是不變——比常態闕限高出百分之26。

第二十圖,注射0.1喱副腎精五分鐘以後測定闕限(在5)。所現的低落和第十九圖的同樣地大。直接取自肌肉的闕從30.6降到18單位,恢復了百分之六十一;神經肌肉的闕從10.8降到0.87單位,恢復了百分之五十一。這個驟降不能起於休息,本圖可以證明(在3和4)。這兩個闕限是休息60和90分鐘以後測定的。記錄上的陡落(在5)明示副腎精有急減神經肌肉的高疲勞闕的特能。



第二十圖。——從一個實驗的材料所作的記錄。點數和分數的時間距記在橫座標上； β 單位的閾限價值記在縱座標上。實線是筋肉的記錄，點線是神經筋肉的記錄。神經筋肉的記錄放大了十倍；筋肉的記錄是原大的。

(1)常態的閾限。(2)疲勞一點鐘後的閾限。筋肉對着一個原始張力120克的彈條收縮，每分鐘120次。(3)和(4)休息以後的閾：一個休息60分鐘(3)，一個休息90分鐘(4)。(5)注射0.1毫克副腎精(1:100,000)五分鐘後的閾。(6)和(7)休息以後的閾，一個休息60分鐘(6)，一個休息90分鐘(7)。

副腎精的恢復作用是特定的(specific)之證據

以前講動脈血壓的作用時我們說過，血壓增高能銳降疲勞後的神經筋的肉閾限。在這裏副腎精發生良效是由於改善血流，這事不可能麼？

奈思和我曾說刺激了內臟神經或注射了副腎精疲勞的筋肉收縮的加高不能全因筋肉中血流的改善，因為若牽

引大動脈或擠壓胸膛,不使後肢上血壓提高,刺激了內臟神經肌肉的收縮仍有顯著的改善,改善的初現和血壓曲線上指示有副腎分泌物出現的點恰相符合。此外,用薄弱的副腎精溶液(1:100,000)從靜脈注入體內,使血壓“減低”而不提高,肌肉的收縮也有改進。賴曼 (Lyman) 和我證明血壓上這個低落由於副腎精擴大血管的作用。當割斷神經幹以後,疲勞肌肉中的血管既因神經的截斷而放大,並且,如前所說(參看第六章,第二節,第四段,)刺激肌肉的神經所取的速率引起血管的弛放;所以要說副腎精發生他的良效是由於再使血管放大,讓大量的血流入肌肉這似是不可能的。血壓的低落已證明只能敗壞肌肉的活動(參看第七章,第三節,第一段),別無其他的作用。現有的證據雖反對說副腎精發生良效是由於影響血流,我們仍以爲頂好拿他的作用和另一種血管放大劑, *amyl nitrite*, 的作用相比,把這或有的事考究一下。

第二十一和二十二圖是得自左前脛骨筋的曲線。刺激的率是一分鐘 240 次。

第二十一圖的肌肉對着原始張力 120 克的彈條收縮,第二十二圖的肌肉則對着原始張力 100 克的收縮。第二十一圖在底線上標記的點把 0.4 喱副腎精(1:100,000)注入左外頸靜脈(left external jugular vein)。結果動脈血壓低落了 25 耗水銀,同時收縮的高度加了百分之 15,回到以前的階



第二十一圖。——頂記錄，由水銀氣壓計所得的血壓。中記錄，前脛骨筋的收縮，對着原始張力 120 克的彈條每分鐘收縮 240 次。底記錄(血壓的零度)，注射 0.4 喱的副腎精(1:100,000)。時間的單位是半分鐘。

段要疲勞他兩分十五秒鐘(約 540 次收縮)。第二十二圖，在箭頭所指的點把 *amyl nitrite* 的溶液注入右外頸靜脈中。結果動脈血壓低落了 70 耗水銀，筋肉收縮的高度加了百分之 4.1，把收縮的高度減到以前的狀態須疲勞他十五秒鐘(約 60 次收縮)。各次試驗中，血壓都沒有低過臨界區域(參看

第七章,第三節,第二段)*



第二十二圖。——頂記錄,由水銀氣壓計所得的血壓。中記錄,前脛骨筋的收縮,對着原始張力100克的彈條每分鐘收縮240次。底記錄(血壓的零度),半分鐘的時間距。箭頭指示注射 *amyl nitrite* 溶液的時候。

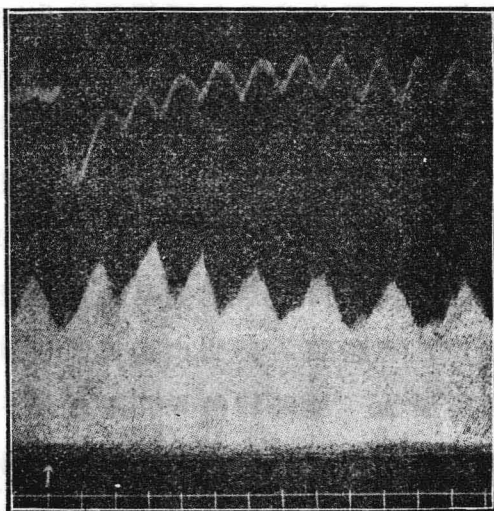
* 有幾次注射了 *amyl nitrite* 以後,常態的高血壓驟然降到臨界區域以下。未到臨界區域以前,因血管擴大,血流增進,筋肉的收縮表現一次增高。血壓低於臨界區域時,筋肉的收縮就落下去。血壓又昇到常度時,筋肉的收縮也同時增高。

注射了 *amyl nitrite*, 血管擴大, 動脈血壓的低落雖比副腎精所引起的差不多大三倍, 而結果高度上百分的增進只當後者的四分之一, 且延續的時間只當他的九分之一。一切試驗裏, 二種溶液若使動脈血壓現“相等的”低落, 副腎精就引起高些的收縮, 而 *amyl nitrite* 則引不起什麼顯著的變化。

副腎精在筋肉上的作用點(point of action)

從以上的研究可見筋肉的感應性因疲勞而大減以後, 副腎精能迅速恢復他的常態; 並且注射了副腎精以後, 疲勞筋肉收縮的加高一定有一部分由於副腎精某種特定的作用, 不是完全因為他影響血流。早先研究副腎的功能的學者, 如 阿巴奈思 (Albanese),⁴ 阿伯魯 (Abelous) 和 郎固魯涅 (Langlois)⁵ 根據割掉副腎腺的實驗推定副腎在體內的功用是中和, 破壞, 或轉變體內因筋肉或神經的工作而生的毒質。代謝產物 (metabolites) 在神經纖維和筋肉纖維的結合點似有阻撓的力量, 因而減煞神經衝動的效能, 和烏脂精 (curare) 一樣。 拉德旺斯喀 (Radwanska)⁶ 證明由筋肉的神經刺激筋肉比直接刺激他副腎精的良效大得多多; 帕奈拉 (Panella)⁷ 發現副腎精能抵制烏脂精的作用, 這些研究都贊助這個見解: 副腎精改善疲勞筋肉的收縮是由於減煞或消除聚集的代謝產物所起的阻礙。

但是葛拉伯發現副腎精低減神經潰廢的疲勞肌肉的高閾和低減由神經感受刺激的常態肌肉的閾是同樣地敏捷。第二十三圖表明注射了副腎精疲勞肌肉的收縮的高



第二十三圖。——頂記錄,用水銀氣壓計所得的血壓。中記錄,一個神經潰廢的肌肉(前脛骨筋)的收縮,對着原始張力120克的彈條每分鐘收縮120次(作這個記錄九天以前把總腓骨神經截斷)。底記錄,(血壓的零度),半分鐘的時間距。在箭頭指示的點把0.1 喱副腎精(1:100,000)由靜脈注入體內。

度也有增長。這個實驗裏,把鉑針電極插入前脛骨筋,直接刺激他。在實驗九天以前把供應這個肌肉的總腓骨神經截斷,並且割去二喱。刺激的率是一分鐘120次,彈條的原始張力約有120克。在箭頭指示的點上把0.1 喱的副腎精(1:100,000)注射到頸靜脈裏。結果動脈血壓從110落到86

耗水銀，同時收縮的高度加了百分之20。使肌肉的曲線再到以前的狀態要疲勞他四分鐘(約收縮480次)。此外，又曾用些動物實驗，他們的神經割斷了7, 9, 12, 14 和 21 天，所得的結果和這個相似。各動物的神經受強烈的“法拉底”刺激(faradic stimulation)都是不現激動的。

上邊說的拉德旺斯喀的實驗裏是使神經末梢完好無損，直接刺激肌肉的本身。所以似可推想各次實驗中他所刺激的都是神經組織。一個肌肉由他的神經感受刺激比直接感受刺激(神經和肌肉)既然更容易激動，若因副腎精的作用肌肉的感應性有些須的變化，由神經感受刺激時，肌肉的收縮自然比較強大。副腎精的作用是在肌肉物質上，非在神經末梢上：這個解釋也可說明帕奈拉的結果。隔斷肌肉和神經的方法自來是用烏脂精阻遏神經的衝動。葛拉伯發現注射了烏脂精以後常態肌肉的閾就有增長，於此有力的神經刺激既被屏除，所以這是預料所及的。並且因此也可推定烏脂精不增高神經潰廢的肌肉的閾限。副腎精抵制烏脂精極為敏捷，有幾次於五分鐘或更短的時間把受了烏脂精的肌肉的高閾減至常態。從這個研究或可假定烏脂精和疲勞有同樣的效力，並且副腎精的作用就是抵消這個效力。但是疲勞能夠提高受了烏脂精的肌肉的閾限，而副腎精又抵消這個疲勞。藍格利(Langley)⁸說烏脂精影響肌肉裏邊一種假定的“感受質”(receptive substance)。這話

若是不錯,大概烏脂精所影響的一種物質或一點異於疲勞所影響的;因為無論由切斷和潰廢或加烏脂精以破壞筋肉的神經作用,疲勞還能提高這個筋肉的閾限,而烏脂精只能影響神經末梢完好無損的筋肉的閾限⁹。副腎精既兼能抵制烏脂精和疲勞的效力,所以可說他有兩種作用,或影響兩種不同的物質,或影響筋肉上不同的兩點。

前一章證明情緒激發時因心搏加速,小動脈管收縮,而動脈血壓提高,在激切中機體若作任何大的筋肉活動,這對於他極有功用。活動的筋肉中擴大的脈管得有豐足的血流,收縮所生的疲勞產物遂被急速沖出,以免損害筋肉的效能,這些時候放出的副腎精大概要加強交感衝動這些作用。這一章證明副腎精又有一種驚奇的作用:筋肉反應刺激的能力因長時的活動大半失去以後,副腎精能恢復他的原狀。休息一點鐘或更久的時間才得恢復的,副腎精於五分鐘或更少的時間就能辦到。需要劇烈的筋肉活動時,這個驚奇的現象對於機體的功用,以後再講。

參 考 書

1. Gruber: American Journal of Physiology, 1913, XXXII, p. 437.
2. E. L. Porter: American Journal of Physiology, 1912, XXXI, p. 149.

3. Cannon and Nice: American Journal of Physiology, 1913, XXXII, p. 55.
4. Albanese: Archives Italiennes de Biologie, 1892, XVII, p. 239.
5. Abelous and Langlois: Archives de Physiologie, 1892, XXIV, pp. 269-278, 465-476.
6. Radwńska: Anzeiger der Akademie, Krakau, 1910, pp. 728-736. 他的批評見 Centralblatt für Biochemie und Biophysik, 1911, XI, p. 467.
7. Panella: Archives Italiennes de Biologie, 1907, XLVII, p. 30.
8. Langley: Proceedings of the Royal Society of London, 1906, LXXVIII, B, p. 181 Journal of Physiology, 1905-6, XXXIII, pp. 374-413.
9. Gruber: American Journal of Physiology, 1914, XXXIV, p. 89.

第九章

副腎精促速血液的凝結

血液對於身體有最高的價值，這必是人類見到最早的一件事。若想到血液所有的各種基本作用——輸送養料和酸素給一切的組織，排除體內的廢物，傳達內分泌物，保護身體不使受毒質和細菌的傷害，分配熱力從活動的部分到不活動的部分——我們就見古希伯來人 (Hebrews) 的話“肉體的生命寄在血裏”是完全有理的。關防這種珍貴的液體，不使逸失，這自然是極緊要的事了。血液從脈管逸出後不久即自凝結，這個性質能保證塞住出血的口，以防再流。副腎精能促速血凝的過程，這項薄弱的證據早經見到。當我們發現了疼痛和情緒激發時體內發出副腎精來，當時就以爲體內似可有一種機制，使防止失血的保障格外穩確——就是，有一個特殊的過程，恰在易有亟需的時機行使他的作用。

一九〇三年沃思葆魯 (Vosburgh) 和瑞查茲 (Richards)¹ 研究引用副腎精以後狗血中糖分的增減時初次發現血糖增加同時血凝也促速。有幾次血凝的時間比不加副腎精

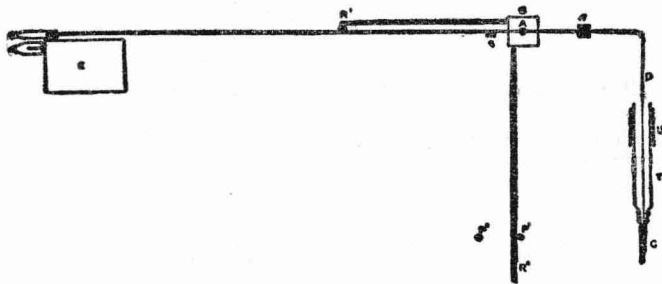
的狗血少到五分之四。他們把副腎精(Adrenalin)塗在脾臟上或注射到腹腔裏得出這個結果來,所以推定“這個現象似因副腎精加於脾臟而起”。六年以後韋格思(Wiggers)² 研究副腎精對於體內出血的影響,附帶着把沃思葆魯和瑞查茲的證據考驗了一下,在五隻狗上作了許多實驗,“從未得出任何證據表明把副腎精注射到或加入血裏可促速血凝的過程”。一九一一年韋爾頓(von den Velden)³ 報告副腎精加入人身(每尅體重約0.007尅)把血凝時間約減少一半——由口吞入,11分鐘以後發生這個效果,由皮下注射則須85分鐘。他又說——但沒有說由什麼條件,也沒有給出數目——副腎精能減短提出的血的凝結時間。不過,他以爲被實驗者中副腎精促速血凝不是由於他直接影響血液,而說是起於副腎精縮小血管,攪亂常態的循環及血液和組織間的平衡。結果組織裏的汁液,連同他們的促凝的性質就流入血液裏邊。他又舉出自己的實驗以贊助這個學說:他說用含副腎精的棉布(adrenain pledgets)使鼻膜(nasal mucosa)失血以後,血凝時間就能減短。韋爾頓口服副腎精的結果³德爾(Dale)和萊德勞(Laidlaw)⁴ 曾用人覆試一次,但得了完全消極的結果。

沃思葆魯和瑞查茲的研究的重要,後來學者的結果的背馳,以及贊助,反駁副腎精促速血凝的一切證據的薄弱和偶然,都使這事值得再作詳審的研究。疼痛和情緒激發時

副腎精既入血流,所以這個研究特有必要。一九一四年葛雷(H. Gray)和我⁵着手研究這個問題。我們的實驗都用貓作。通常在醇精麻醉下迅速割除貓的大腦,於是藥物就無續用的必要了。用電溫墊保持貓的體溫。貓的呼吸多能照常進行,但有幾次(大概因為有血浸入延髓)須用人為的呼吸法。

測量血凝時間的圖記法(graphic method)

決定何時血凝,為極力免除觀者個人的錯誤起見,我們教血液記錄他自己的凝結。應用的器械是門頓浩爾(W. L. Mendenhall)和我⁶規製的圖記血凝計(graphic coagulometer)。第二十四圖是他的圖解。這個器械是一個輕鋁槓杆,他的長端由重物 w 的曳墜幾得平衡。用支柱 S 防止長端下落,又用一個地平直角棒,在 R^1 觸接槓杆,他端固定在旋轉於 A 軸上的滑輪 B ,以防止長端的上昇。又有一個直立棒 R^2 也



第二十四圖。——圖記血凝計的圖解。右邊的套管浸在一個水槽裏,圖中沒有畫出。詳細的說明見本文。

固着於同個滑輪上。這個棒從 P^1 —— R^2 在 P^1 爲地平棒 R^1 的重量所抑制——移向 P^2 時，槓杆長端上的防止物就昇起來，短端若較重些，長端於是揚起。

容受血液的套管 C 共長二厘，內直徑二耗多些。由一短段橡皮管附於有尖的玻璃管 T，這個管共長五厘，內直徑是五耗。T 管上端又纏一塊橡皮，當他插入 U 形夾板 U 的時候橡皮保持玻璃管，U 形夾板直接固定於槓杆短端的末端下邊。

從一根長玻璃管截製各個套管，使肩部到頂端約距十二耗，可得容量很爲均一的容受管。一切部位 (dimensions)，套管頂端橡皮所覆的地域 (2 至 3 耗)，上邊的橡皮圈到玻璃腔室下端的距離 (4 厘) 等務求合於標準。

取一段銅絲 D，長八厘，直徑 0.6 耗，上端曲成鉤形，下端變爲小圈，直徑稍小於二耗，掛在槓杆短端末梢的窪上。於是小圈位於套管的上部 (參看第二十四圖)。纖細的記錄針在煙鼓 (smoked drum) 上移動時，銅絲的重量使槓杆短端較長端重 30 耗。這種標準的銅絲要用半打。

愛迪思 (Addis)⁷ 說以下幾個條件於確定血凝時間是特別重要的：

1. 提取血液須永在同樣條件下。
2. 作一切的測定須在同一溫度。
3. 血液須永遠接觸同多，同類的外物。

4. 終點必須清楚,明確,且須永遠指示同度的血凝。

應合這些條件的手續即如下述:

1. 血液的提取——從股動脈(femoral artery)提取血液。在鼠蹊部把這個動脈(常用右邊的)剖出,剝除連帶的組織。取一個窄的脈管夾,他的兩股都裝上軟橡皮管(預防損傷組織),彈簧的壓力也很輕緩,把他夾在深股枝(deep femoral branch)的下邊,因此脈夾以上血液不致停滯。在1.5厘米以下把股動脈縛住,脈夾與縛結中間切一小口。用一個鈍解剖刀沿脈管按下,用一個外纏少許吸水棉的小鑷沿脈管按上,這樣把血液擠壓出來。

把套管在水,酒精和醇精(ether)裏洗淨,插到玻璃管的橡皮圈裏;再把套管尖端塗上“凡士林”(vaseline)然後插入動脈管。於是把脈管上的小夾的壓力略加鬆放,使血液流入套管,直到橡皮圈的下緣。只有一大滴血液就夠了。有時流入的血液多或少一,二耗,不過結果上沒有什麼變化。股動脈上小夾所在的地方既緊在循環繼續進行的一支下邊,所以套管所接受的血液永遠是得自活流的鮮血。再使小夾壓住脈管,同時把套管撤去。一位助手又照上述的樣子榨出脈管裏邊的血,用一片浸塗凡士林的吸水棉蓋上,以防乾燥。這樣一來,不使血液在內停滯;每次提取新血樣時血管都是清潔的,準備應用的。

其次把套管突入約高三耗的凝糊(plasticine)平堆中,把

尖端立刻封住。向旁曳出，不然，凝糊塞又要被拉出去。於是把一條銅絲D伸入玻璃管和套管，再把玻璃管嵌入U形夾板，提起銅絲，掛在槓杆上。這一套手續，從血液開始流到掛好銅絲，約用二十秒鐘。

2. 一律的溫度。——U形夾板下邊放一個大水槽，套管和玻璃管的尖端都沒入水裏。U形夾板上附有一個寒暑表，他的球端在水裏靠近套管。水的溫度常在攝氏表25度。所以用這個溫度的有幾個原因：（一）套管自身有室內的溫度（room temperature），可以急速冷卻裝入的那一點血液，燙煖血液和套管到身體的溫度要費很久的時間。所以近於室內溫度的水比近於體溫的好。（二）試驗血凝每隔半分鐘作一次，此法很是方便，若用高溫促速血凝，這個間隔就不很精確了。（三）用攝氏表25度而不用再低的，這因為——德爾和萊德勞^a證明——血凝的時間在25度以下某個度數比在以上同樣度數慢得多多。若藉支住重量以決定血凝，血凝太慢終點就容易不正確了。（四）這個血凝計所作的研究就是要發現促速血凝的原素。因為這個理由和理由（二），在通常的情況下一個長的血凝時間更勝於短的。

3. 血液接觸同多和同類的外物。——以前說過，套管的容量是很一律的；收入的血液多少不變；在不同的試驗中，掛在血裏的銅絲，他的面積也差不多一樣。

更有一個條件保證各次處理血液的手續是一致的——

——就是，考驗血凝永隔同長的時間。在槓杆的圖記針下放一個電磁標記針(electromagnetic signal) E, 他記錄半分鐘



第二十五圖。——一個動物在一個不變的狀況,連續五次考驗血凝的記錄(縮小到五分之二),底線記錄三十三秒鐘的時問距。時問線以下記號指示採取血液的時候。

的時間。標記針作出一個記錄時(參看第二十五圖第一個標號)就放鬆脈夾,提取血液,血凝的過程於是開始。約二十秒鐘套管吊在水裏,銅絲掛到槓杆上。標記針作次個和以下各個記錄時,用食指把直立棒 R^2 自 P^1 推到 P^2 ,教他自己移轉回來。這個運動很一律,約用一秒鐘。槓杆長端上的遏止棒 R^1 於是擡起,銅絲沉入血內時圖記尖就揚起來,記錄血液尙未凝結。(參看第二十五圖)

4. 明確的終點。——血液凝結了就支住 30 克的重量,槓杆不能於原定時間昇到以前的高度,這就記錄血液是凝結了。

有很少的幾次,槓杆的揚擺暫停一下,既而迅速昇上,這指示有一股纖維素(fibrin)已經結成,但不很強,不能支住那點重量;他一崩解,銅絲就急速沉入血中。若有這個現象,次個記錄例得短線,這指示那點重量已支住了。

極細微的一股纖維素就能抵拒那點重量的下降,不過不同的時候纖維素的數量很不一樣,終線的長短不齊可以證明(比較第二十五圖中的第一系和末一系)。這些差異大概是血凝的程度的粗略指標。不過我們的實驗是不管終線的長短的,我們只取槓杆不能滑過通常的距離這件事實作為血凝的證據,就把最後的短線取作終點。

一見畫出終點,就把玻璃管,銅絲和套管一齊從水裏取出;把套管從玻璃管摘下,自銅絲曳去。於是凝血暴露,證實

標畫的記錄。

這個方法至少隔半分鐘作一次時，不永遠得出同度的血凝。通常血凝的過程若是極快，所得的凝血成爲凝凍(jelly)；血凝若慢，就只見一股纖維素或頂好只有少量的凝凍。血凝的“程度”上這點不同自然是此法一點不精確的地方。不過在我們的實驗裏這點不精確對於所求的結果——血凝過程的促速——並沒有妨害，因爲凝凍是纖維素的後一級；我們既然得到促速的明證，所以在這些實驗裏沒有想法確定血凝過程的階級上的差異。

5. 器具的淨洗。——銅絲從玻璃管抽出以後，把附於圈端的凝血在流動的冷水裏細心刷淨。又在流動的水裏用一個剪齊的羽翎插入套管和玻璃管，擠出凝糊，刷淨淤血。其次把銅絲、套管和玻璃管投入盛受流動的熱水(約攝氏表80度的玻璃盃，約沖五分鐘。從盃裏取出，掄去遺水，浸過百分之95的酒精液，再掄淨酒精，然後浸過醇精，晾乾待用。

預備半打標準形體的套管和銅絲，一次洗淨數個，這可省許多麻煩。

從一個動物取得的頭幾個血樣凝結率常是急速或不很規則。這些初期的變異究由什麼原因，以下要講到幾樣初期以後，任何動物很是一律的血凝率在二十一個動物中是從平均數3分鐘到平均數10.6分鐘，混合的平均數是5.9分鐘。個體間這種差異的原因還沒有完全確定出來。

從皮下注射副腎精的效果

頭幾個實驗是這樣的：

十月二十七日。取一個貓，體重 3 尅，在皮下注射 3 喱副腎精(1:1000)，就是，每尅體重給 1 尅。這次實驗中使貓受均一的醇精麻醉。以下是一個記錄，表明什麼時候提取血液和每次的血凝時間：

2.56 * — 行注射	3.27 — 3.5 分鐘
.59 — 6 分鐘	.44 — 2 分鐘
3.07 — 5.5 分鐘	.55 — 2.5 分鐘
.13 — 5 分鐘	4.07 — 3 分鐘
.20 — 6.5 分鐘	2.0 — 2 分鐘
平均 5.7 分鐘	平均 2.6 分鐘
	4.44 — 6 分鐘
	5.00 — 4.5 分鐘
	5.50 — 5 分鐘
	平均 5.2 分鐘

這次試驗，從皮下注射副腎精以後約二十分鐘，血凝的

* 這個和以下各記錄中，提取血液的時間，小數以前為點數，以後為分數。(譯者)

時間仍保原狀*。以後約一點鐘，血凝時間平均為前一時間的百分之45。下一點鐘作了幾個相隔很遠的試驗，表明起首的血凝率差不多又回復了。

這次試驗中，自注射副腎精到血凝初現加速經很長的時間（幾近30分鐘），這並不是常例。以下的數目證明皮下注射副腎精以後血凝時間的減短可以出現很快。

十月二十九日.	3.30 — 5.5 分鐘	3.53 — 4 分鐘
	.36 — 5.5 分鐘	4.01 — 3.5 分鐘
	.44 從皮下注射	.08 — 3.5 分鐘
	3 喱副腎精,	.16 — 4.5 分鐘
	1:1,000.	.23 — 5 分鐘
	.46 — 5.5 分鐘	.30 — 5.5 分鐘

這一次注射了九分鐘以後血凝率的變化就開始發現，次半點鐘凝結更快。

我們沒有確定能夠促速血凝的最小的“皮下”劑。以下的數目證明每尪體重0.01尪的副腎精是有效的：

二月三日.	11.34 — 10 分鐘	5.5 — 10 分鐘
	.45 — 9 分鐘	12.06 — 7 分鐘

* 這個時間比從皮下注射任何藥物以後所期望的都長些。以下就要講到，“強”劑的副腎精，若迅速注射，起初可不減短血凝的過程。大概有幾次，從皮下注射這些強劑，副腎精入於血液較他些時候快，因此起初血凝並不促速。

.50 至 .52 在體	.14 — 4 分鐘
重 2.8 妊的貓的鼠蹊	.19 — 5.5 分鐘
皮下注射 2.8 喱副腎	.31 — 6 分鐘
精, 1 : 100,000.	.37 — 7 分鐘
	.45 — 9 分鐘

以下就見,這次的“皮下”劑比最小有效的“脈內”(intravenous)劑大十倍. 根據這些數目,那末,在中常體重(70 妊)的人若把血凝過程顯加促短,只從皮下注射不到一耷的副腎精就行了.

從皮下注射副腎精的效果我們沒有作許多研究. 用靜脈注射比用皮下注射更能精確支配副腎精入於循環系的分量和他進入血液的速率,所以我們的研究多用後一方法.

從靜脈注射副腎精的效果

作靜脈注射的手續是把一個小玻璃管固着在一個外頸靜脈上,管內滿盛和要注射的同樣的溶液. 再把一個短橡皮管,緊包在小管上邊. 注射的時候,把注射針插入橡皮管,浸入套管的溶液,於是除掉靜脈上的小夾,把溶液注射進去.

靜脈注射所用的溶液中副腎精和蒸餾水的比例如下:
1 : 10,000, 1 : 50,000 和 1 : 100,000.

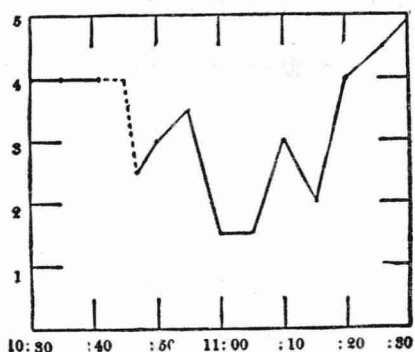
使血凝時間起任何變化的最小量,在體重二尅的貓是 0.1 厘的 1:100,000 稀薄溶液——每尅體重 0.0005 尅的劑。注射以前,四次試驗時間平均是五分鐘,沒有一次少過四分鐘。緊在注射以後時間是兩分鐘,不過在次個試驗效果就不見了。在同一個貓加倍注射的量——就是,注射 0.2 厘(每尅體重 0.001 尅)——縮短血凝時間約有 40 分鐘的工夫:

十二月二十三日, 10.30	—— 4 分鐘	10.53	—— 3.5 分鐘	
	.35	—— 4 分鐘	11.00	—— 1.5 分鐘
	.41	—— 4 分鐘	.05	—— 1.5 分鐘
	.46	注射副腎精,	.10	—— 3 分鐘
		每尅體重	.15	—— 2 分鐘
		0.001 尅	.20	—— 4 分鐘
	.47	—— 2.5 分鐘	.26	—— 4.5 分鐘
	.50	—— 3 分鐘	.31	—— 5 分鐘

從 10.47, 緊在第二次注射以後,到 11.20, 血凝時間平均是 2.5 分鐘,這個時期的前後血凝時間都是 4 分鐘或更長些。在 11.00 和 11.05, 1.5 分鐘就達到終點(減短百分之 63), 我們檢查套管見有濃厚的凝凍。這次試驗裏血凝時間的變化在第二十六圖表為曲線。

在另一個實驗裏每尅體重 0.0005 尅的劑不能引起任何變化,每尅體重 0.001 尅的劑(0.28 厘的副腎精, 1:100000, 注射於體重 2.8 尅的貓)記錄上就現銳降,如下:

一月九日. 11.32 — 6分鐘 11.48 — 5.5分鐘
 .40 — 6分鐘 .55 — 4分鐘
 .47 注射副腎精, 12.00 — 5.5分鐘
 每妊體重 0.001 尅 .06 — 7分鐘



第二十六圖。——在 10.46 注射 0.2 哩的副腎精, 1:100,000 (每妊體重 0.001 尅) 以後血凝時間的促短。這個和以下各圖中左邊有血凝時間的度標, 單位為分數。

這些實驗裏所用的動物都是割去大腦的。無大腦的貓中, 縮短血凝時間必須注射的——由靜脈——副腎精的最小量幾近每妊體重 0.001 尅。

以上各次實驗中, 注射小劑以後血凝的加快隨着發現。注射大劑的副腎精, 首先的效果可以不是促速而是遲慢血凝, 隨後血凝時間可以簡短許多。以下的數目表示這樣一個實例:

十一月二十五日. 2.36 — 3分鐘 3.00 — 2.5分鐘

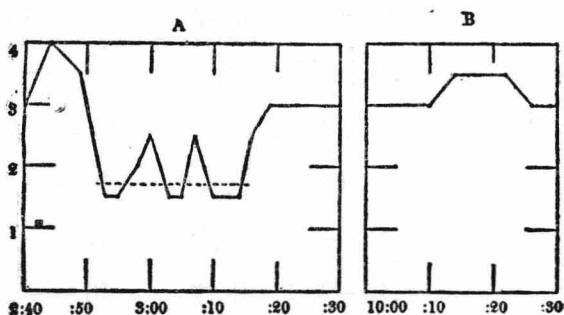
.40 — 3 分鐘	.03 — 1.5 分鐘
.43 注射 0.5 喱 副腎精,	.05 — 1.5 分鐘
1 : 10,000,	.07 — 2.5 分鐘
.44 — 4 分鐘	.10 — 1.5 分鐘
.49 — 3.5 分鐘	.14 — 1.5 分鐘
.53 — 1.5 分鐘	.16 — 2.5 分鐘
.55 — 1.5 分鐘	.19 — 3 分鐘
.58 — 2 分鐘	.23 — 3 分鐘
	.30 — 3 分鐘

血凝時間上起先這個不及料的加長至少延續六分鐘,這和以後驚奇的減短正相比對——血凝時間從 3 分鐘減到平均 1.7 分鐘,這樣延續 20 分鐘之久(參看第二十七圖 A).

若把一種強烈的溶液,就是, 1 : 10,000,急速注入體內,血凝時間可以照上延長,不過隨後沒有那樣的縮短:

十一月二十八日, 9.59 — 3 分鐘	10.14 — 3.5 分鐘
10.03 — 3 分鐘	.18 — 3.5 分鐘
.08 注射 0.5 喱 副腎精,	.22 — 3.5 分鐘
1 : 10,000	.26 — 3 分鐘
.10 — 3 分鐘	.29 — 3 分鐘
	.33 — 3 分鐘

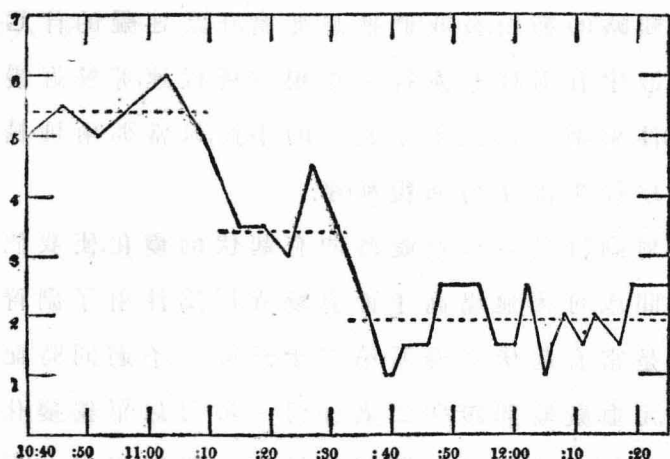
注射以後,半點鐘內作任何試驗,血凝時間都不見縮短,並且更見延長(參看第二十七圖 B). 浩耐爾(Howell)⁹ 曾報告一



第二十七圖。——A, 在 2.43 把 0.5 喱副腎精, 1:10,000, (0.05 尅) 慢慢地注入體內, 血凝的時間先有延長, 繼而縮短。B, 在 10.08 把同樣的劑行急速的注射, 血凝時間延長, 但不隨有縮短。

個有趣的實驗: 連續給狗大劑的副腎精可以大大延緩血凝的時間, 簡直可以說那狗患了出血症 (hemophilia)。這兩個實例證明在血凝時間上大劑的副腎精的影響和小劑的相反, 這個通則 浩思坎斯 (Hoskins)¹⁰ 曾證明適用於腸筋, 賴曼 (Lyman) 和我¹¹ 證明也適用於動脈的平滑筋。

有幾個實驗, 把動物的腦髓和中胸部以上的脊髓經眼窠加以破壞。用人工呼吸法使他保持不變的狀態。這些時候由靜脈注射的副腎精的效力比在通常無腦而脊髓完好的動物持續較久。第二十八圖表明這樣一個實例。注射以前三十分鐘內血凝時間平均是 5.4 分鐘。於是慢慢地注射 1 喱副腎精, 1:50,000, 約在十分鐘後, 血凝開始加快; 以下二十分鐘裏平均是 3.4 分鐘, 再以下四十五分鐘裏平均是 1.9 分鐘——血凝時間只當注射以前的百分之 35。



第二十八圖。——在 11.01-02 注射（動物的腦髓和上脊髓已破壞）1 喱副腎精，1:50,000 (0.02 尅) 血凝時間久續的縮短。點線代表平均數。

在別一個實驗，把腦髓和脊髓照樣破壞，注射以前半點鐘內血凝時間平均是 3.9 分鐘，注射了 1 喱副腎精，1:100,000，在以下一點又四十分鐘裏血凝時間減到平均 2.3 分鐘——最長的 3 分鐘，最短的 1.5 分鐘。在這一點又四十分鐘的速凝時期的前四十分鐘作了八次試驗，除兩次外，血凝時間都是 2 分鐘或更短些。脊髓破壞的動物中血凝時間有久續減短，這究竟怎樣解釋，現在還不明白。

從第二十六，二十七和二十八圖可見血凝的記錄是有起伏的。這些起伏自然有些可由於方法上的錯誤，不過據我們的經驗，注射了副腎精以後起伏的發現例有特狀，且常

循一種粗略的節拍，教我們推想那實在是速凝的伴起現象。或者血液中有兩種精素行使作用，一種促速，那種遲慢血凝的過程；注射副腎精破壞了其間的平衡，只當那兩種精素交互作用以後平衡才得回復起來。

注射副腎精以後血凝時間有起伏的變化，使我們想到血凝時間或可因血壓高下而有變異，因為注射了副腎精以後血壓是常有起伏的（參看第二十三圖）。不過同時記錄血壓和決定血凝時間證明二者任何一項可以單獨變化，其他一項不生相當的變異。所以在通常的限度以內，血壓的變化並不影響血凝速率。

副腎精促速血凝不是由於直接影響血液

以上講過，韋爾頓說副腎精減短血凝的時間是因為使脈管收縮結果放出組織的汁液的原故。副腎精注入貓身，使血凝顯然加快的分量幾近每尪體重0.001尪。但是賴曼和我¹²曾經證明把這點副腎精慢慢注入，像現在這些實驗裏，結果使脈管暫時擴張，不使他們收縮。所以韋爾頓的解釋在這些實驗上是不適用的。

韋爾頓又說，把副腎精加入提在試驗管裏的血液，可使血凝加速，不過，如前所說，他沒有說明實驗的條件，也沒有給出任何的數目。所以我們無從加以批評。但是他的主張和韋格思¹³早日的觀察不同，韋格思說加入副腎精的血液

比加入等量的生理鹽溶液(physiological salt solution)的血液凝結不見得快。以下兩個實驗也反乎韋爾頓的主張：(1)緊在橫隔膜以上用紫線縛住大動脈和下大靜脈，於是血液的循環差不多完全限於動物的前半身。後半身既因斷血而無作用，這個動物標品可以叫作“前身動物”(anterior animal)。作好了這樣一個標品，然後把0.05厘副腎精，1:100,000(常劑的一半，因為現在約略是半個動物)，慢慢地注入一個頸靜脈，血凝的時間不見促短。注射以前半點鐘裏血凝時間平均是4.6分鐘，注射後一點鐘裏平均5.3分鐘——血凝時間上的延長大概不是由於副腎精任何的影響，而是因為血液不能流經腸、肝的原故¹⁴。又有一個實驗，割除動物的胃腸管(gastro-intestinal canal)和肝臟，注射副腎精(0.23厘，1:100,000，動物原重2.3克)以前二十五分鐘血凝時間平均是5.5分鐘，注射以後四十分鐘平均6.8分鐘，沒有一次少過六分鐘。所以血液若不流經腹腔臟器，副腎精是不能促短血凝時間的。(2)把套管注滿了副腎精，1:1,000，未插入動脈以前把他傾出來，管壁上遺留的那點副腎精自然和取出的血液互相融和。用這些浸過副腎精的套管和常用的乾管輪換試驗，結果沒有什麼分別。

二月十九日. 2.21 —— 6 分鐘,用平常的套管

.30 —— 6.5 分鐘,用平常的套管

.36 —— 6.5 分鐘,用浸過副腎精的套管

.49——6 分鐘,用浸過副腎精的套管

.56——7 分鐘,用平常的套管

3.04——6分鐘,用浸過副腎精的套管

這些實驗的結果使我們不能承認韋爾頓的兩項主張:血液凝結加快是因為副腎精加在血液裏邊,或因副腎精收縮脈管,致使身體組織放出促凝的汁液來。

沃思包魯和瑞查茲發現血糖(blood sugar)增多血凝就加快。可以推想血凝的加快或可由於血糖的百分率的增高。有一個事實反駁這個假定:每尪體重注入0.001尪副腎精血凝大顯促速,不過這點分量和增加血中糖量所必須的劑小得多¹⁵。再者,把葡萄糖(dextrose)(百分之十的溶液3喱)加入“前身動物”的血液,使血糖約在百分之0.3,血凝時間並不見怎樣減短。那麼,副腎精行使作用似另由他種方法,而不是由於增加血糖了。

副腎精使完好的動物的血凝結遠快於平常,血流若限於動物的前身就沒有這種效力,所以這個推斷是可以成立的:這裏用的小劑副腎精發生他的顯效並非直接在血液上,也非憑藉動物的神經筋肉,骨骼,或表面組織裏的變化,而是憑藉腹腔中某項器官。

學者已經證明,緊縛肝臟的脈管或用磷毒法(phosphorous poisoning)使肝臟隔離體內的活動,結果血凝的時間大見延長。所以肝臟似是不斷地供給一種凝結過程中的精素到

血流裏，這種精素在體內不斷地破壞。副腎精使血凝加速，很可因為他刺激肝臟，使他大量地排放這種精素。不過這話現今還沒有證明。

參 考 書

1. Vosburgh and Richards: American Journal of Physiology, 1903, IX, p. 39.
2. Wiggers: Archives of Internal Medicine, 1909, III, p. 152.
3. Von den Velden: Münchener medizinische Wochenschrift, 1911, LVIII, p. 187.
4. Dale and Laidlaw: Journal of Pathology and Bacteriology, 1912, XVI, p. 362.
5. Cannon and Gray: American Journal of Physiology, 1914, XXXIV, p. 321.
6. Cannon and Mendenhall: American Journal of Physiology, 1914, XXXIV, p. 225.
7. Addis: Quarterly Journal of Experimental Physiology, 1908, I, p. 314.
8. Dale and Laidlaw: 見前, p. 359.
9. Howell: American Journal of Physiology, 1914, XXXIII, p. 14.

10. Hoskins: American Journal of Physiology, 1912, XXIX, p. 365.
11. Cannon and Lyman: American Journal of Physiology, 1913, XXXI, p. 376.
12. Cannon and Lyman: 見前, p. 381.
13. Wiggers: 見前, p. 152.
14. 參看 Pawlaw: Archiv für Physiologie, 1887, p. 458. Bohr: Centralblatt für Physiologie, 1888, II, p. 263. Meek: American Journal of Physiology, 1912, XXX, p. 173. Gray and Lunt: 同誌, 1914, XXXIV, p. 332.
15. Cannon: American Journal of Physiology, 1914, XXXIII, p. 396.

第十章

疼痛和情緒激發時血凝的加速

前一章我們證明由靜脈注射小量的副腎精能促速血液的凝結。所用的分量和短時刺激內臟神經以後副腎腺所分泌的量——奧思古德 (H. Osgood) 在哈佛大學實驗室裏所測定的——相差不多，所以可以把他看作是生理的分量。注射的副腎精既能促短血凝的時間，副腎腺增多的分泌物就不能有這個效果麼？門頓浩魯 (W. L. Mendenhall) 和我作了一系研究，就要解答這個問題。

照已講的方法提取動物的血，圖記血凝的時間。有些實驗把貓行醇精麻醉，又有些次用銦炭醇精麻醉 (urethane anesthesia) 或割去大腦。先把內臟神經從脊髓切斷，然後刺激他們。有時在腹內把身體一邊的內臟神經隔離出來；也有時為免於摸觸腹內臟器起見，在胸部隔離他們，單個着或合同着加以刺激。應用抽搐的電流 (tetanizing current)，他的力量人舌上剛能覺察，但不足由擴散作用使骨骼筋起任何的收縮。

因刺激內臟神經血液凝結的加速

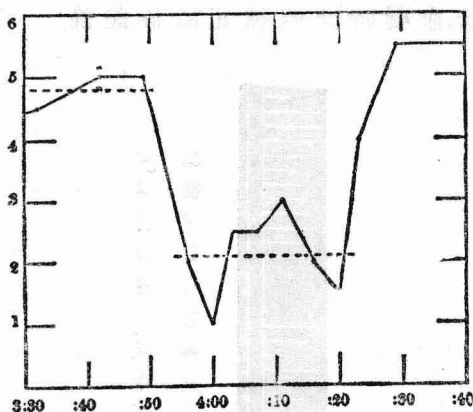
刺激內臟神經可促速血液的凝結；這種效果因動物而有不同；以下的實驗證明這些事實。

十月二十五日。——把一個貓行過醇精麻醉，使他保持不變的醇精麻醉狀態。作了四十分鐘的初步試驗以後，在腹內刺激左內臟神經。以下的數目表示血凝時間上的影響。

3.00 — 4 分鐘	.03 — 2.5 分鐘
.07 — 5.5 分鐘	.07 — 2.5 分鐘
.14 — 4 分鐘	.11 — 3 分鐘
.32 — 4.5 分鐘	.16 — 2 分鐘
.39 至 .40 刺激左 內臟神經	.20 — 1.5 分鐘
.42 — 5 分鐘	.23 — 4 分鐘
.49 — 5 分鐘	.29 — 5.5 分鐘
.56 — 2 分鐘	.40 — 5.5 分鐘
4.00 — 1 分鐘	.50 — 5 分鐘

這個實驗裏，從刺激的末了到速凝的初現至少過了十分鐘。不過速凝時期延續約有半點鐘之久，這個時期血凝時間平均是 2.1 分鐘，只有以前的平均數 4.8 分鐘的百分之四十三。很可注意這個曲線（參看第二十九圖）低降下去的時候也表現起伏，很像注射了副腎精所有的現象（參看第九

章,第四節,第十二段)。



第二十九圖。——在 3.39—4.0, 刺激左內臟神經以後血凝時間的縮短。

起初效力的遲現不是永遠發現的(實在很不常見):

十一月六日。——用鋇炭醇精麻醉一個貓(午後 1.40), 然後(3.05)破壞他的腦髓。血凝時間上的記錄表示刺激內臟神經有急驟的效果:

3.36 —— 7 分鐘

.46 —— 6 分鐘

4.02 至 .05 在腹內刺激左內臟神經

.08 —— 4 分鐘

.10 —— 3 分鐘

.18 —— 3.5 分鐘

.23 —— 6.5 分鐘

第三十圖是在一個腦髓破壞的貓，刺激左內臟神經(十一月八日)以後，血凝時間的縮短的原記錄。



第三十圖。——約當原大的三分之一。在 4.33-4.35 刺激左內臟神經以後血凝時間的縮短的記錄。刺激以前時間是 6 分鐘，以後是 4, 4, 4.5, 和 6 分鐘。

以上各次實驗中刺激內臟神經以後血凝時間減得不及先前的一半。時間的短縮不是永遠這樣大的。

十一月七日。——一個貓^{*}長時保持均一的醇精麻醉狀態，用人工呼吸法以行呼吸，在胸部刺激左內臟神經以後血凝的時間上有以下的變化：

3.40 — 5 分鐘	4.06 — 3.5 分鐘
.45 — 5 分鐘	.11 — 4 分鐘
.51 — 5.5 分鐘	.16 — 3.5 分鐘
.58 至 4.00 刺激	.21 — 4 分鐘
左內臟神經	.26 — 4.5 分鐘
4.01 — 4.5 分鐘	.31 — 5 分鐘
	.36 — 6.5 分鐘

這個實驗中刺激以前約十五分鐘內平均的時間略多於五分鐘，刺激以後二十五分鐘平均是四分鐘。

以上各次實驗，速凝時期的延續是自十分鐘至三十分鐘。不過也有些次速凝的效果只見於一次試驗。刺激內臟神經以後這事若只現一次，我們可以說那是偶然，但是這並非罕見的結果，例如：

十月二十八日。——把貓行過醇精麻醉，並且割除大腦，在胸部隔離出內臟神經來。以下是刺激內臟神經後血凝時間暫時縮短的兩個實例：

* 這個貓才經過了一個興奮時期，那時血液凝結得很快。

3.36 — 4.5 分鐘	4.07 — 4.5 分鐘
.42 — 4.5 分鐘	.12 — 5.5 分鐘
.47 至 .49 刺激內 臟神經	.19 至 .22 刺激內 臟神經
.51 — 4.5 分鐘	.23 — 3.5 分鐘
.57 — 2 分鐘	.27 — 4 分鐘
4.01 — 4 分鐘	.33 — 5 分鐘

這次實驗有一件事可以注意：第二次刺激內臟神經以後血凝加速的程度不如初次。神經連續感受刺激效力就有減煞，這個現象是很常見的。以下是另一個例：

十一月十二日。—— 午後 2.35 把一個貓行過醇精麻醉，在 3.12 刺毀他的延髓。這個手術是沒有影響的。第二次刺激左內臟神經效力的消失或減煞要和刺激右內臟神經效力的久續對照着看：

3.40 — 4.5 分鐘	4.34 — 4 分鐘
.45 — 4.5 分鐘	.39 — 4 分鐘
.54 至 .56 在腹部 刺激左內臟 神經	.44 — 4 分鐘 .48 — 4 分鐘 .55 — .57 刺激 右內臟神經
4.00 — 3 分鐘	.59 — 3 分鐘
.05 — 2 分鐘	5.02 — 2.5 分鐘
.10 — 5.5 分鐘	

.16 — 5 分鐘	.07 — 3 分鐘
.22 至 .27 在腹部	.11 — 3 分鐘
刺激左內臟	.15 — 5.5 分鐘
神經	.22 — 5.5 分鐘
.30 — 4 分鐘	

以上各次實驗證明刺激內臟神經立時或過個短時血凝的時間就表現縮短——這項效果在不同的動物久暫與強弱都有變異；若重複刺激，效果就減小。其次的問題是決定這種效果是否起於副腎腺。

若無副腎腺刺激內臟神經不能促速血凝

下邊的實驗表明刺激了內臟神經怎樣發生效果：

十一月二十八日。——把一個貓行過醇精麻醉，經過眼窠把中樞神經系破壞到中胸部分。其次急速縛緊“左”副腎腺的血管，然後把副腎腺割去。左內臟神經未受刺激以前半點鐘血凝時間平均是七分鐘，於是——

4.38 至 .40 刺激左內臟神經(無副腎腺)

.42 — 7 分鐘

.50 — 7 分鐘

5.02 至 .04 刺激右內臟神經

.06 — 4 分鐘

.10 — 7 分鐘

.18 — 7 分鐘

.26 — 7 分鐘

十二月四日。——把一個貓行過醇精麻醉，經過眼窠把中樞神經系破壞到頸部。左右內臟神經都縛起來，在胸部切斷。其次把“左”副腎腺細心割除。這些手術約行半點鐘。以下的記錄表明刺激左右內臟神經的效果：

4.10 — 5 分鐘

5.00 — 2.5 分鐘

.16 — 4.5 分鐘

.14 — 6 分鐘

.25 至 .28 刺激左

.23 至 .25 刺激右

內臟神經無

內臟神經

副腎腺)

.26 — 6 分鐘

.30 — 4.5 分鐘

.33 — 4.5 分鐘

.35 — 4.5 分鐘

.38 — 3.5 分鐘

.40 — 7.5 分鐘

.43 — 4.5 分鐘

.49 至 .51 刺激右

.49 — 5 分鐘

內臟神經

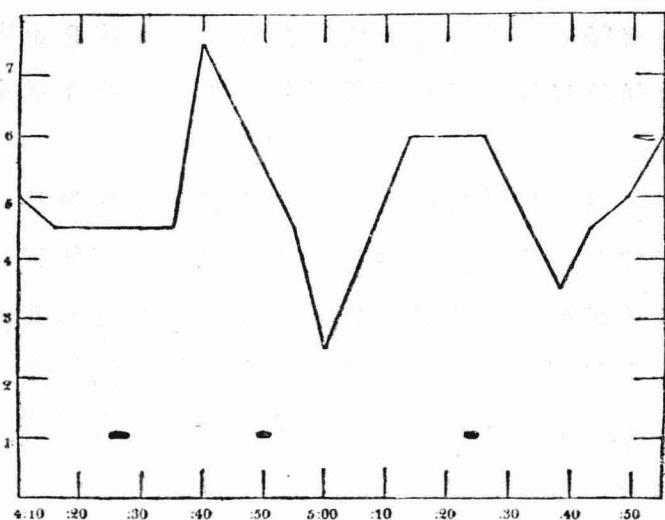
.55 — 6 分鐘

.55 — 4.5 分鐘

這個實驗的結果在第三十一圖表為曲線。

我們已經講過，愛理約締(Elliott)證明貓的兩個副腎腺的內臟神經纖維並不彼此交錯。所以割去了一邊的腺，刺激同邊的內臟神經不使對邊的腺起分泌作用。以上的實驗明示刺激無腺的一邊的內臟神經血凝不見加快；但在同

一動物刺激對邊的神經(仍和副腎腺相連的血凝過程就有急劇的縮短。



第三十一圖。——割除左副腎腺以後，在4.25到.28刺激左內臟神經的結果；和使右副腎腺完好，在4.49到.51與5.28到.25刺激右內臟神經的結果。

割除了副腎腺內臟神經還支配腸和肝。以上的實驗表明到這些器官上的神經衝動並不由任何直接的方式影響他們，以加速血凝的率。曾有一次實驗(十二月四日，參看第三十一圖)刺激無腺的一邊的内臟神經以後得出約十分鐘的長時記錄來，這更暗示他們有相反的——緩凝的——作用。有一次直接刺激肝神經(hepatic nerves)得出以下的結果：刺激以前二十五分鐘血凝時間是4.5, 5, 4.5, 4.5分鐘，刺激以後二十分鐘變到4.5, 7和6分鐘。

副腎完好時，刺激肝神經可引起肝澱粉(glycogen)的轉化，且使血糖迅速增加²，恰和刺激內臟神經一樣，而刺激肝神經以後血凝不見促速，這證實了以前的話：血液裏副腎精增多時血凝的促速不是因為糖量的增加(參看第九章，末一節，第四段)。

刺激腸和肝的神經不能減短血凝的時間，但是以前證明(參看第九章，末一節，第二段)副腎精自己也不能促速血凝。促凝的效果好像是由於副腎和肝臟(也或和腸)的共同作用。糖的代謝作用(sugar metabolism)上有類似這樣的合作；若沒有副腎腺，刺激內臟神經不使血糖增多³，沒有肝臟，副腎精也是沒有影響的⁴。

刺激內臟神經以後效果常有變異，這可用腺內副腎精含量的多寡與以說明。以前講過，愛理約締⁵發現動物初入新異的環境中副腎內精素的含量可以大減。以上各次實驗所用的動物都曾在動物室裏住若干時日，室內也有常吠的狗，所以他們可以受這種影響而排放了腺內的精素。

刺激內臟神經，副腎分泌物隨着增多，結果血凝加速，這個事實若和以前的實驗參照着看，特有趣味，以前我們證明疼痛和情緒激發時血液裏副腎的分泌物就增多。這樣洩出的副腎精在血凝的率上有任何的效果麼？為解答這個問題起見，我們作了以下的實驗。

“痛覺的”刺激促速血凝

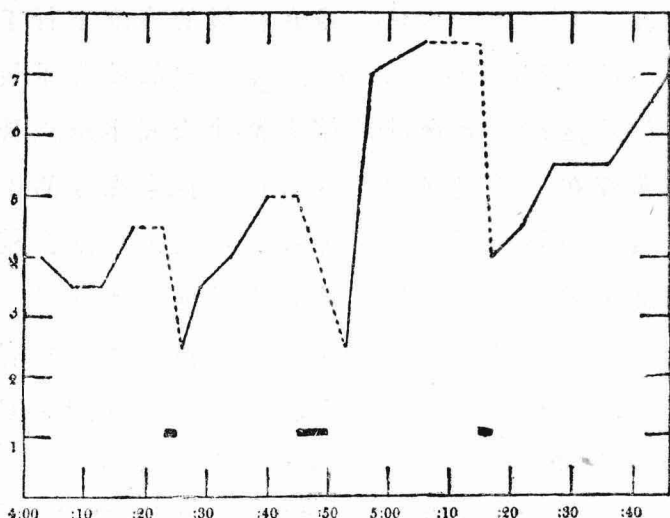
以前實驗在未經麻醉的動物就要起痛的刺激的作用時，我們用‘法拉底’(faradic)電流刺激一個大神經幹(切斷的坐骨神經 sciatic nerve 的柢端)，或在輕緩的麻醉下行手術，以激動求心的神經(afferent nerves)。愛理約縮⁶發現重複刺激坐骨神經特能竭取副腎腺的精素；割除大腦半球以後，這個反射仍舊存在。所以我們期望，若保有精素充分的副腎腺，即在無腦的動物中，刺激坐骨神經也可引出些副腎精，使血凝時間顯加縮短。下邊的實驗表明這樣一種結果：

十二月十二日。——在3.45把一個貓行過醇精麻醉，剝出左坐骨神經來。在3.57把大腦割去。六分鐘後開始測驗血凝的時間：

4.03 — 4 分鐘	4.53 — 2.5 分鐘
.08 — 3.5 分鐘	.57 — 7 分鐘
.13 — 3.5 分鐘	5.06 — 7.5 分鐘
.18 — 4.5 分鐘	.15 至 .17 刺激左
.23 至 .25 刺激左	坐骨神經
坐骨神經	5.17 — 4 分鐘
4.26 — 2.5 分鐘	.22 — 4.5 分鐘
.29 — 3.5 分鐘	.27 — 5.5 分鐘
.84 — 4 分鐘	.36 — 5.5 分鐘
.40 — 5 分鐘	.46 — 7 分鐘

.45至.50刺激左坐骨神經

這個實驗所得的結果和他次所得的相似,在第三十二圖又表為曲線。血凝的時間逐漸延長,但每次刺激了坐骨



第三十二圖。——在 4.23-.25, 4.45-.50 (強些)和 5.15-.17 刺激左坐骨神經以後,血凝時間的三次縮短。

神經隨即有顯著的縮短。刺激的強度沒有精確測定,但這事可以注意:第一和第三刺激所用的電流,比舌上所能感到的還弱,第二次用的雖然很強,但也沒有引起反射的抽搐來。

僅僅縛起坐骨神經就能使血凝時間大顯縮短,以下的數目表示這種的結果:

十月二十一日。——在 10.57 時一個貓經醇精和鈣炭醇精麻醉,結果如下:

(時間) (血凝時間)

11.11 — 8.5 分鐘

.23 — 8.5 分鐘

.32 至 .35 把左坐骨神經剝出,縛住。

.37 — 1.5 分鐘

.41 — 5.5 分鐘

.50 — 7 分鐘

12.02 — 8.5 分鐘

刺激股神經(crural nerve)有同樣的效果,有一次電流通過後隨着把連續的血凝時間 3, 3, 和 3.5 分鐘減到 1.5 分鐘,下一次又回到 3.5 分鐘。

在輕緩的麻醉下(就是,比較頑強的反射仍舊存留時)行手術,或行過手術後麻醉減緩,都能使血凝時間大顯縮短:

十一月八日。——把一個貓行醇精麻醉,切開氣管。其次剖開腹腔,縛住肝神經。這套手術在 2.25 作完。到 2.50 醇精麻醉已見輕緩,血凝的率開始快起來:

2.50 — 6 分鐘

3.15 — 3.5 分鐘

3.00 — 5.5 分鐘

.20 — 4.5 分鐘

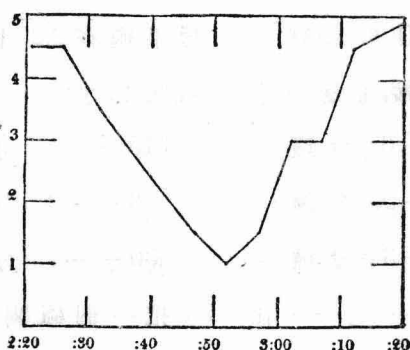
.10 — 3.5 分鐘

.30 — 7.5 分鐘

十一月十一日。——在 1.55 把一個極馴順的雌貓放入套架。她並不激擾。在 2.10 起始行醇精麻醉,把氣管切開,再把股動脈隔離出來。

- 2.21 — 4.5 分鐘
- .26 — 4.5 分鐘 麻醉減緩.
- .32 — 3.5 分鐘 麻醉輕微.
- .35 剖開腹腔.
- .47 — 1.5 分鐘
- .52 — 1 分鐘
- .55 — 縛住肝神經.
- .57 — 1.5 分鐘. 麻醉輕微;角膜反射(corneal reflex)存在.
- 3.02 — 3 分鐘
- .07 — 3 分鐘 切斷幾個肝神經.
- .12 — 4.5 分鐘 切斷其餘的肝神經.
- .22 — 5 分鐘

這個實驗的結果在第三十三圖表為曲線.



第三十三圖。——在輕緩的麻醉下行手術的時期血凝時間的縮短。在 2.35 剖開腹腔,在 2.55 縛住肝神經。

十一月十三日。——在 1.55 把一個貓行醇精麻醉，切開氣管，隔離出股動脈來。這些手續完備以後隨即撤除醇精，麻醉趨於輕緩。血凝的時間如下：

2.08——6 分鐘

.15——4 分鐘 麻醉輕微。

.20——2 分鐘

.24——1 分鐘 又行醇精麻醉。

.27——2.5 分鐘

.30——3.5 分鐘

.35——5.5 分鐘

.50——5.5 分鐘

以上和其他相似的實驗裏，一個外科手術，不論才已行過或正在開割，當麻醉減輕的時候，就伴有血凝的促速。這個術後狀態，若一直延續下去，結果是要起痛的。所以直接的電流刺激和在不經麻醉的動物就要起痛的外科手術都能促速血凝。

有一件事可以注意：割除大腦以後，在無腦的狀態雖不用醇精麻醉，血凝似不因剖割腹部而加快。對於副腎作反射的制裁 (reflex control) 的機關大概不能在四疊體 (corpora quadrigemina) 以上，愛理約繆已經證明，不過大腦完好，且有活動時，腺的分泌作用發現得似更準確。

情 緒 的 激 發 促 速 血 凝

情 緒 激 發 時 副 腎 腺 起 分 泌 作 用，這 項 證 據 我 們 已 經 講 過 了。以 前 講 我 早 日 對 於 營 養 管 的 運 動 的 觀 察 時（參 看 第 一 章，第 四 節，第 二 段）已 經 說 過 貓 對 於 被 套 的 情 緒 反 應 彼 此 大 不 相 同；有 些，特 是 幼 的 雄 貓，立 刻 暴 烈 起 來；別 的，特 是 大 的 雌 貓，則 安 然 入 套。實 驗 情 緒 的 糖 尿（emotional glycosuria）時 我 們 曾 利 用 這 態 度 的 不 同，得 出 積 極 的 結 果 來；所 以 似 乎 也 能 用 他 考 驗 情 緒 在 血 凝 上 的 影 響。但 不 必 單 為 這 事 去 作 正 式 的 實 驗，因 為 作 現 在 講 的 那 些 實 驗 時，精 壯 的 小 雄 貓 的 暴 怒 和 老 雌 貓 的 恬 靜 在 血 液 上 影 響 的 各 異 早 已 知 道 了。實 在，因 激 擾 而 血 凝 加 速 常 教 我 們 苦 候 許 久，直 等 血 凝 緩 慢，於 是 用 實 驗 的 方 法 加 速 凝 結 的 過 程。

十 一 月 十 一 日 和 十 三 日 所 用 的 貓（參 看 本 章，第 三 節，這 兩 天 的 實 驗）是 安 然 就 套 的；麻 醉 他 們，也 不 起 什 麼 激 擾。那 些 數 目 表 明 自 從 起 初 血 液 凝 結 差 不 多 就 由 平 均 的 率。

精 壯 的 貓 暴 怒 的 時 候 所 得 的 數 目 和 這 些 大 不 相 同：

十 月 三 十 日，—— 在 9.08 把 一 個 極 壯 的 貓 放 入 套 架。他 立 刻 狂 怒，號 叫，齧 咬，鞭 打 尾 巴。9.12 開 始 行 醇 精 麻 醉，這 更 加 甚 他 的 激 擾。在 9.15 縛 住 股 動 脈。施 用 醇 精 麻 醉 後 一 點 鐘 內 血 凝 的 時 間 如 下：

9.18 —— 0.5 分 鐘 9.43 —— 1 分 鐘

.19 —— 1 分 鐘 .45 —— 0.5 分 鐘

.22 — 1 分鐘	.49 — 0.5 分鐘
.24 — 1 分鐘	.52 — 0.5 分鐘
.26 — 1 分鐘	.54 — 0.5 分鐘
.28 — 1.5 分鐘	.57 — 1 分鐘
.31 — 1 分鐘	10.00 — 0.5 分鐘
.33 — 0.5 分鐘	.02 — 0.5 分鐘
.35 — 0.5 分鐘	.05 — 1 分鐘
.38 — 0.5 分鐘	.09 — 0.5 分鐘
.39 — 0.5 分鐘	.11 — 0.5 分鐘
.41 — 1 分鐘	.13 — 1 分鐘

一點鐘裏試驗了二十四次，這個狂怒的貓的血凝時間平均是一分鐘的四分之三，永遠沒有長過一分半鐘。他的凝血例成堅實的凝凍。開始麻醉以後速凝時期延續這樣長久，大概有一部分由於輕緩而久續的醇精麻醉，因為愛理約締證明行醇精麻醉就足減少副腎腺的精素含量。

速凝時期的延續不是永遠這樣長久的。下列短期的速凝可為多數的代表：

十一月十八日。——在 2.13 把一個曾在動物室裏居住某個時期的貓放在套架上，他立刻忿怒。兩分鐘後開始行醇精麻醉。尾上的毛都豎起來。血凝的時間如下：

2.25 — 1 分鐘	2.31 — 4.5 分鐘
.27 — 0.5 分鐘	.37 — 3.5 分鐘

.28 —— 2 分鐘

.47 —— 4.5 分鐘

這個實驗，恰像以前刺激內臟神經的幾個實驗裏(參看本章，第二節，十月二十八日的實驗)，因動物室裏貓籠近狗，副腎的含物大概已排放幾盡；貓的發怒放竭了副腎精，因以後疊次刺激內臟神經想得速凝現象，都沒有結果。

以上所講的事實證明這個推斷大概不錯：情緒激發以後血凝加快，是因內臟神經受了刺激而放出副腎精的原故。在這裏，切斷內臟神經，看他在血凝過程之情緒的促速上有什麼影響，是很有趣味的。以下的實驗是這樣的例：

十月二十九日，——把貓拴套十分鐘，在局部麻醉下剝出股動脈來。取得的血半分鐘就凝結了。其次把貓大大的激擾。於是急行醇精麻醉，自頸以上把腦髓破除。試驗的結果如下：

10.51 —— 1 分鐘

.53 —— 0.5 分鐘

.55 —— 0.5 分鐘

.57 —— 0.5 分鐘

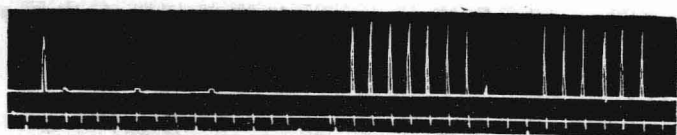
11.07 切斷左內臟神經

.12 切斷右內臟神經

.21 —— 3.5 分鐘

.26 —— 3.5 分鐘

這個實驗的原記錄見第三十四圖。



第三十四圖。——約當原大的三分之二。精緒激發後速凝(不到半分鐘)的記錄。在11.07切斷左內臟神經;11.12切斷右內臟神經;血凝時間於是要3.5分鐘。時間記錄以下的記號是提取血樣的時間。

十一月五日。——在2.35把一個貓行醇精麻醉。2.39起始由身外氣管(tracheal cannula)行人工的呼吸,空氣流經一個醇精瓶。血凝的時間如下:

2.53 — 1.5 分鐘

.57 — 1.5 分鐘

3.05 — 1.5 分鐘

.15 — 1.5 分鐘

.25 把兩邊的內臟神經都切斷,在胸部縛住。

.35 — 4.5 分鐘

.55 — 4.5 分鐘

十一月七日。——在1.55把一個貓在情緒激奮,尾毛聳豎的狀態行醇精麻醉。在2.13動物表現各種的反射。下列的數目表明實驗的經過:

2.15 — 1.5 分鐘

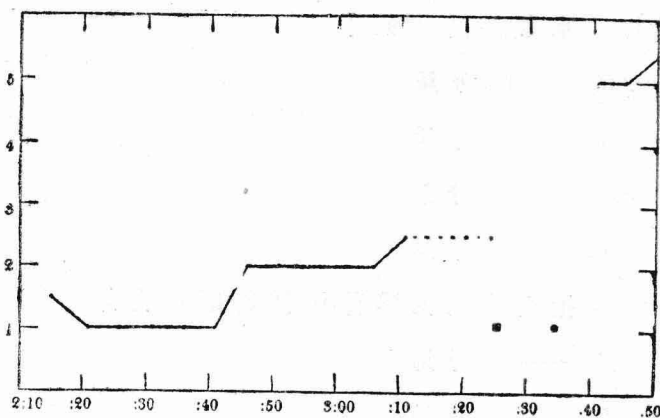
3.11 — 2.5 分鐘

.21 — 1 分鐘

.26 在胸部切斷左內臟神經。

.26 — 1 分鐘	.35 在胸部切斷右內臟神經。
.31 — 1 分鐘	.40 — 5 分鐘
.36 — 1 分鐘	.45 — 5 分鐘
.41 — 1 分鐘	.51 — 5.5 分鐘
.46 — 2 分鐘	
.51 — 2 分鐘	
3.06 — 2 分鐘	

在 這 個 實 驗 中，後 來 又 刺 激 內 臟 神 經，結 果 血 凝 又 速，—— 從 5.5 分 鐘 減 到 3.5 分 鐘（參 看 本 章，第 二 段，十 一 月 七 日



第 三 十 五 圖。—— 情 緒 激 發 後 血 液 的 速 凝，在 胸 部 切 斷 內 臟 神 經（3.26 切 斷 左 內 臟 神 經，3.35 切 斷 右 內 臟 神 經）以 後 血 凝 的 緩 慢 的 實 驗）。 這 個 實 驗 的 結 果 在 第 三 十 五 圖 表 為 曲 線。

這 一 章 講 的 事 實 表 明：在 不 經 麻 醉 的 動 物 就 要 起 痛 的 刺 激 和 恐 懼 與 忿 怒 等 情 緒 能 大 大 縮 短 血 凝 的 時 間。 這 些

結果極合於以前所講的事實：注射的副腎精和刺激內臟神經使副腎腺放出的分泌物能夠促速血凝，因痛覺的刺激和情緒的激發都引起副腎的活動。這又是體內另一個基本的變化，當有重大激擾時由副腎腺的活動而實現，準備保存體內最重要的汁液。下一章講這個和其他起於同樣情境的身體變化的重要。

參 考 書

1. Cannon and Mendenhall: *American Journal of Physiology*, 1914, XXXIV, p. 251.
2. Macleod: *Diabetes: Its Pathological Physiology*, London, 1913, pp. 68-72.
3. Gantrelet and Thomas: *Comptes Rendus, Société de Biologie*, 1909, LXVII, p. 233.
4. Bang: *Der Blutzucker*, Wiesbaden, 1913, p. 87.
5. Elliott: *Journal of Physiology*, 1912, XLIV, p. 379.
6. Elliott: *Journal of Physiology*, 1912, XLIV, pp. 406, 407.
7. Elliott: *Journal of Physiology*, 1912, XLIV, p. 388.

第 十 一 章

疼痛和情緒激發時的身體變化的效用

我們已經講了實驗所得的資料,現在要去解釋這些資料。經驗給我們的最重要的教訓有一個就是要分別觀察的事實和從事實得出的推斷。事實可以不變;而事實的解釋,因事實的添加或見解的增擴,可以大有變異。先有這個聲明,我要討論以前各章報告的結果的意義了。

我們的研究證明激切的時候副腎腺分泌的副腎精和注射的副腎精在體內有同樣的影響。他從肝臟引出儲存的炭化水素來,使血內糖分加多;幫同神經把血液從腹內被禁制的器官分配到心臟,肝臟,中樞神經系和四肢;急速消煞筋肉的疲勞產物;使血液凝結加速。這些驚奇的變化是和高等機體的生活中某些最原始的經驗相連的——人類和畜類共有的經驗,就是在危急的時機驟然來到的疼痛,恐懼,忿怒的原始經驗。這些深重的身體變化究有什麼重要?分泌的副腎精有什麼救急的作用?

疼痛和主要的情緒激發時身體變化的反射性,與

各種反射的效用

對於疼痛和動情的事物身體所作的這些反應，其最重要的性狀就是他們都是反射性的——不是個人所意志的運動，實在，個人常苦於他們不受意志的制裁。這些反射也和別的一樣，反應的模式（pattern of reaction）深印於神經系的組織中，相當的時機一到，就由固有的自動的機制發出特殊的官體的反應來。

學者早就見到反射運動最特殊的點就是他們的“目的性”（purposive nature），或保持機體的安全，防禦外來的傷害的效用。我們只須指出幾個反射，如吮乳，嘔吐和咳嗽，就明白反射運動維護機體生存的各樣方法。所以講這些伴隨疼痛，恐懼和忿怒而起的自動的反應時——副腎精和糖分排放的增加——我們很可以先問他們有什麼效用。

已有許多微妙的說法，解釋伴隨情緒狀態的比較明顯的身體變化——如盛怒時豎毛，張牙所生的可怕的形像¹。對於這些自然的反應適用最廣的解釋是說在種族的經驗的悠久進程上這些反應發展起來，以濟競爭生存的急用。早日的進化論家曾指出這些反應的臨先性（anticipatory character）。斯賓塞（Spencer）²說“恐懼，若很強烈，表為號叫，努力躲藏或逃走，心臟悸動，全身戰慄；這些表徵恰是實在經驗所怕的事物時所表現的。破壞的激情（destructive passions）則表為全身筋肉的緊張，咬牙，舞爪，眼睛和鼻孔並皆擴大，高

聲叫號；這都是捕殺獲物的動作的和緩形式”。馬度孤(Mc-Dougall)³ 系統地發揮這個意思，他說特殊的情緒和特殊的本能反應間成有連結；恐懼的情緒和逃避的本能相連，忿怒或盛怒的情緒和爭鬪或攻擊的本能相連。克萊爾(Crile)⁴ 近來發表同樣的見解，他看重數千萬年的種族經驗中適應(adaptation)和天擇(natural selection)的作用，他們能解釋我們神經組織中已有成路的反應。他根據一個“族類發生的聯合作用”(phylogenetic association)的原則假定恐懼起於進化程途上無數的傷害，後來發展成可能的傷害的前兆，所以能引起一切維護機體生存的攻擊和抵禦的活動來。

疼痛或情緒激發以後，血液中副腎精和糖分的增加都是反射性的，而反射動作例屬有用的反應，所以我們可以假定在這些時候這些反應是有用的。那麼，什麼是他們那可能的效用呢？

這些反應若可有用，定須是“迅急的”。實際上就是這樣。我的一個學生奧思古德(H. Osgood)曾作些實驗，證明在橫隔膜下刺激內臟神經副腎的分泌的潛伏時間(latent time)不到16秒鐘；馬克洛德(Macleod)⁵說刺激內臟神經幾分鐘裏血中的糖增多百分之10至30。所以這兩種分泌物差不多是立時備用的。

我們可以想像這兩種分泌物可以聯合作用，也可單獨發生作用。副腎精或可連同神經的活動使血糖增加，或者

有那個和別的作用毫不借助神經的活動。未講這些可能的事以前我們先討論增加的血糖的價值。

增加的血糖是肌肉的能力的淵泉

研究情緒的糖尿時，關於血糖增加有什麼重要我們曾於馬度孤的主張得到一個提示，他說“逃避的本能”和“恐懼的情緒”，“爭鬪的本能”和“忿怒的情緒”各有連帶的關係。我們曾說，恐懼和忿怒的情緒在野居的生活中容易隨有身體的活動（逃跑或爭鬪），需要巨大的肌肉團簇同時收縮，以作劇烈的、久續的掙扎，此時糖分排入血中對於勞動的肌肉可有極大的效用。疼痛——爭鬪時差不多例有疼痛——如果能夠，就要引起更大的肌肉奮力來。達爾文 (Darwin)⁶說“劇痛的時候差不多身上一切的肌肉都起強烈的活動”，因為“強烈的疼痛逼迫一切動物——並且無數世代來就是如此——去作最猛烈，最繁雜的努力，以逃避致痛之原”。*

* 疼痛和主要的情緒有時可有沮喪的，不是激發的作用。例如，馬丁 (Martin) 和 賴棲 (Lacey) 說 (American Journal of Physiology, 1914, XXXIII, p. 212) 起痛的刺激可使血壓低降，他們以為學者報告的痛時血壓升高是由於同時喚起的心理的激奮。大概見到有逃避的可能（連同這個可能在心理上所生的影響）和激發的效力的程度有點關係。起於體內的疼痛，或起於傷損的，動作更加甚其痛的疼痛，大概不易引起動作來。從另一方面說，鞭策，軌距加於馬

筋 肉 的 工 作 是 着 含 炭 素 的 材 料 所 供 給 的 能 力 去 作 的，作 劇 烈 的 筋 肉 工 作 時 二 養 化 炭 的 出 額 大 增，可 爲 明 證，增 加 的 量 可 以 超 過 休 息 時 出 額 的 二 十 倍。此 外，平 時 筋 肉 中 儲 有 肝 澱 粉，活 動 的 筋 肉 中 肝 澱 粉 就 不 見 了，⁷或 因 木 鱉 精 (strychnine) 的 刺 激 筋 肉 起 過 度 的 收 縮 以 後，肝 澱 粉 就 顯 減 少，⁸筋 肉 中 澱 粉 的 儲 積 若 減，工 作 的 能 力 也 就 弱，⁹使 筋 肉 重 複 收 縮 得 出 的 乳 酸 和 糖 分 有 個 單 簡 的 化 學 的 關 係：這 些 事 實 都 證 明 炭 化 水 素 糖 分 和 肝 澱 粉 是 筋 肉 收 縮 的 能 力 的 淵 泉。近 來 班耐迪克 (Benedict) 和 喀茲柯 (Cathcart)¹⁰ 所 作 的 精 細 實 驗 贊 助 這 個 結 論，他 們 證 明 筋 肉 活 動 時 在 某 個 時 期 內 呼 出 的 炭 養 和 吸 入 的 養 氣 中 間 的 比 例 (呼 吸 的 商 數 respiratory quotient) 有 些 須 而 顯 著 的 增 長；隨 後 商 數 就 減 下 去，可 見 筋 肉 工 作 的 時 候 養 化 的 炭 化 水 素 比 以 前 或 以 後 養 化 的 都 多 —— 就 是，這 個 時 期 提 用 體 內 儲 存 的 炭 化 水 素。

隨 血 流 動 的 糖 分 能 否 著 活 動 的 筋 肉 直 接 應 用，這 事 很 有 爭 論。紹渥 (Chauveau) 和 考符曼 (Kaufmann)¹¹ 說 筋 肉 活 動

身 可 見 痛 的 刺 激 是 有 激 發 的 效 力。

強 烈 的 情 緒 也 是 這 樣，他 們 的 效 力 可 以 是 麻 痺 的，直 等 有 一 定 的 事 去 作。驚 駭 (terror) 大 概 是 一 切 情 緒 中 最 能 沮 喪 氣 力 的，但 是，如 達爾文 所 說 (Expression of Emotions in Man and Animals, p. 81)，“人 或 動 物 若 因 驚 駭 而 至 於 絕 望，可 復 得 驚 奇 的 力 量，通 常 知 道 這 是 最 危 險 的”。

時所用的血糖比休止時約多三倍半，甘誥 (Quinquaud)¹²，毛拉 (Morat) 和 杜富 (Dufourt)¹³ 贊同此說，但 帕偉 (Pavy)¹⁴ 反對這話，肌肉收縮的時候，他不能見動脈血和靜脈血糖分含量上有什麼不同；馬格努思萊韋 (Magnus-Levy)¹⁵ 也不贊成，他說流經一個肌肉的血液糖分含量上的變化一定極小，很可起於分析的錯誤。但是若用血液或 林格爾氏溶液 (Ringer's solution) 重複浸灌正在收縮的心臟筋，所含的糖分差不多可以完全不見。洛克 (Locke) 和 羅森海慕 (Rosenheim)¹⁶ 使 林格爾氏溶液 重複流過兔的心臟經八、九點鐘，溶液裏的葡萄糖 (dextrose) 失去 5 至 10 釐 (centigrams)。近來 帕特蓀 (Patterson) 和 斯塔陵 (Starling)¹⁷ 也證明若將血液反覆浸灌心肺標品 (heart-lung preparation) 三、四點鐘，再向血中加副腎精以連續刺激心臟，血裏的糖分就完全消失；若維持糖的供給，消耗的量可以高到每點鐘每克心臟筋用 8 釐糖分——約當平常消耗量的四倍。若剖除一個動物的臟腑，我們很可把他看作一個標品，一切肌肉受本身的血液的浸漬，由心臟輸送，由肺臟養化。這些時候血糖的百分率逐有減少，¹⁸ 因為肌肉組織所耗費的沒有肝內的糖分加以補償。所以分析一個短時間裏流入和流出一個活動的肌肉的血液所含的糖量雖不能說是精確，足以明證含量的不同，但上述的實驗的證據都表明糖的供給若有限制，反覆浸漬肌肉器官以後，糖分多少總有消失。

自然也可有人說，這樣沒了的糖分不是着肌肉直接去，而必先要變成肝澱粉才行。這個假定沒有什麼根據。更有不少的證據表明增加血糖實能直接增加肌肉的效率。洛克¹⁹證明若用養化了的鹽溶液浸灌隔離的兔心，一兩點鐘後，心的搏動開始微弱；若把百分之 0.1 葡萄糖加到浸灌的鹽溶液裏，搏動立現強壯，並且可以繼續七點鐘之久，搏動的力量減退極慢。樹慕白葛 (Schumberg)²⁰說他作了大量的勞身的工作以後（用去了血糖），再用肌肉工作測記器（ergograph）考驗中指的屈曲力，這時候喝了糖溶液比喝了同樣甜的甘飴（dulcin）溶液肌肉的能力大些。實驗的時候他自己不知道喝的是那一樣。朴蘭特諾 (Prantner) 和 斯陶瓦塞 (Stowasser)，和 富倫茲爾 (Frentzel)²¹先後證實這些結果。李 (Lee) 和 海羅德 (Herrold)²²用貓試驗，用 phlorhizin 提淨貓身的糖以後，前脛骨筋表現疲勞格外的快。用了 phlorhizin 以後，若給貓大量的糖再去試驗，肌肉工作的能力就大得多。這些證據自然都贊助這個見解：血流中的糖分是可着收縮的肌肉迅速提用的。

從以上實驗的結果顯然可見，肌肉是由耗用糖內儲藏的能力而工作；大的肌肉勞動能大減貯存的肝澱粉和流動某糖分的分量；糖量減少時加多血糖能大增肌肉繼續收縮的能力。所以這個結論似可成立：疼痛和有主要的情緒時增多的血糖對於機體有直接的利益，助他作肌肉的奮力以

逃跑，爭鬪或掙扎逸脫。

血裏增加的副腎精能够消煞疲勞產物

洩出的副腎精的自身裨益劇烈的肌肉收縮的作用，以前講副腎精恢復疲勞肌肉的感應性(irritability)的效力那一章裏已說過了。早先的證據表明割除副腎腺能够衰減筋力；注射副腎提出物有鼓舞筋力的效能。因此疼痛或情緒的反射的結果，副腎分泌物注入血流，在完成肌肉工作上大概是一個生力的原素(dynamogenic factor)。奈思(Nice)和我就是根據這個可能去考驗刺激內臟神經以使副腎分泌)或注射副腎精在疲勞的前脛骨筋的收縮上發生的影響。我們發現——這已講過——動脈血壓若在平常的高度，刺激內臟神經時，不使腿上的血壓增高，疲勞的肌肉收縮的高度上有顯著的升起。我們曾推定放入血流的副腎精可以裨益機體，改善他的疲勞肌肉，使他們對於激擾時發出的神經衝動作更靈敏的反應。

這個推斷引起葛拉伯(Gruber)的實驗，他考驗微量的副腎精(0.1或0.5厘，1:100,000)和刺激內臟神經在疲勞的神經肌肉和肌肉的標品的闕限刺激(threshold stimulus)上有什麼影響。我們說過，疲勞常把闕限提高百分之100或200，更有幾次多到百分之600。看以前感受刺激的久暫，休息可於十五分鐘至兩點鐘的時間恢復常態的闕限。但若用一小

劑副腎精，常態的閾限在三、五分鐘就可恢復起來。

從上述的證據我們可以安然斷定：放到血裏的副腎精不只助同從肝臟的澱粉庫藏裏提出糖分來，更有一種驚奇的效能，使失掉原來的感應性的疲勞筋肉迅速恢復新鮮時反應的靈敏性。於是疼痛、恐懼和忿怒時放出的副腎精可改善全身的疲勞筋肉，置之神經系支配之下；神經衝動使筋肉充分活動的困難完全免除；這項變化，連同新入血流的生力的大量糖分，使這些機制最爲健全的動物入於奮發筋力的最好的狀態。*

通常分泌的副腎精是否禁制體內耗用糖分的問題

只有韋蘭寇(Wilenko)近來報告的實驗的結果有反駁上邊的結論的事實。把副腎精注射到經銜炭醇精麻醉的兔身，通常是每尪體重一尪，他發現這些兔不能把由靜脈注入體內的葡萄糖養化任何部分。若由靜脈給兔葡萄糖，而不注射副腎精，兔的呼吸商數就有增進。所以韋蘭寇²³斷定副腎精能減小機體養化炭化水素的能力。他後來在另一文中報告把副腎精連同葡萄糖加入生理的鹽溶液(physiological salt solution, 就是洛克氏溶液 Locke's solution), 再浸

* 情緒和疼痛引起的這些結果若不着動作把他們耗去，我們可想血中過量的副腎精和糖分可有病理的影響。(參看 Cannon: Journal of American Medical Association, 1911, LVI, p. 742.)

灌隔離的兔心，結果大增兔心耗用的糖量(從每點鐘每克心臟筋 2.2—2.8 尅糖增到 2.9—4.3 尅糖)，但若先從皮下注射副腎精，然後割取的兔心，耗用的糖就少得多，每點鐘每克心臟筋只耗 0.5—1.2 尅。韋蘭寇²⁴ 從這些結果斷定注射副腎精以後發現的糖尿是妨害糖的“耗用”的結果——這個作用不是直接在用糖的器官上，而是先影響某一別的器官間接發生的。

韋蘭寇的說不能解釋有“副腎精糖尿”(adrenin glycosuria)時肝臟內肝澱粉的消失。此外，近來拉思克(Lusk)²⁵報告給狗從皮下注射副腎精(每尅體重一尅)，同時教他由嘴喫下 50 克葡萄糖，結果毫不妨礙糖的耗用——呼吸商數在好幾點鐘都是 1.0；就是，只用葡萄糖所得的數。換句話說，拉思克用狗所得的結果和韋蘭寇用兔得的正相反對。韋蘭寇的結論對於只用副腎精必是過量的得出的糖尿或可正對，但對於用生理的方法刺激內臟神經而得的糖尿，雖然這也同時放出一點副腎精，是沒有任何關係的。

把副腎精注入體內以得“副腎精糖尿”的劑量是極大的。奧思古德曾在哈佛大學生理實驗室裏研究輪換着刺激左內臟神經(屏除內臟血管)和注射副腎精在血壓上的效果；用這個比較的方法²⁶證明刺激五秒鐘以後分泌的副腎精的分量是從 0.0015 到 0.007 尅。若取 0.005 作為很高的平均數，二倍起來(兩個腺的)，分量就是 0.01 尅。使體重二尅的

動物發現“副腎精糖尿”須注射這個分量的二百倍。我們承認，刺激內臟神經的時間若多於五分鐘，分泌的副腎精就要更多；在皮下或腹內注射（以得糖尿）血液中副腎精的分量在一個時候不能像行靜脈注射以後那樣大；但是即使承認這些事情，注射副腎精以得“副腎精糖尿”的時候，血中副腎精的分量，比用生理的方法刺激內臟神經而得的，大概也是大得多。

馬克洛德 (Macleod)²⁷ 的實驗裏又有別的證據，表明刺激副腎腺的時候放泄的副腎精不如用副腎精單獨引起糖尿所需的多。他發現若破壞了到肝臟的神經纖維，刺激內臟神經，這雖使副腎分泌物增加，但不增多血糖的分量。所以刺激內臟神經而血糖增加是一個神經的效果，這一定也由於血裏的副腎精，不過血裏那些副腎精自己却是不能增多血糖的。

此外，刺激內臟神經以後血糖的增加可以遠過刺激的時期。而奧思古德證明副腎腺不久就現疲勞，不能反應連續的刺激。他們好像是不能長時活動的。

再者，馬克洛德²⁸證明，使副腎完好存在，僅僅刺激到肝臟去的神經就可使血裏的糖量增加。所以刺激內臟神經以後血糖的增加不是起於妨害體內“耗用”糖分，像韋蘭寇解釋注射了副腎精血糖的增加所主張的，而是引出肝內儲存的肝澱粉的結果，他是起於神經作用的。

我們因此可以結論了：韋蘭寇的實驗的情況和情緒的情況不同，他的推斷對於現在的討論是無甚關係的；情緒激發的結果血中副腎精和糖分都有增加時，糖量的高百分率不是由於副腎精禁制筋肉組織耗用糖分；現在沒有證據表明情緒激發或刺激內臟神經以後副腎精暫時的增加能由任何方式妨害為能力淵泉的糖分的耗用。實在韋蘭寇，帕特蒸和斯塔陵的實驗——上邊講的——表明副腎精能使心臟筋多耗糖分，這更指示副腎的“生理的”排泄在筋肉組織耗用糖分上有好的，不是壞的，影響。

副腎精引起的脈管的變化利於作極大的筋肉奮力

上邊說情緒激發時，流入血裏的糖分和副腎精使機體在生存競爭上更有實力，和這個話正相諧和的，就是副腎精的增加——大概連同交感神經的衝動——使脈管發生的變化。我們已經講過歐利渥(Oliver)和夏佛爾(Schäfer)關於身體各部體積的變化的研究。他們的實驗，證明注射的副腎精，可將血液從腹腔的臟器趕到激切的時機需用的器官上去——到中樞神經系，肺臟，心臟和活動的骨骼筋上。腦和肺沒有很強的脈管收縮神經(vasoconstrictor nerves)，心臟和骨骼筋有大活動時，脈管擴大，所以動脈血壓提高這些部分纔能血流充暢。我們已經知道，疼痛和情緒激發時動脈血壓就大大提高，結果到體內未收縮的或實在擴大的脈管

的血流都更豐足了。

副腎精對於隔離的心臟有刺激的效力——使心臟收縮的速率與廣闊(amplitude)都現增進。這正合於“副腎精具有交感衝動的作用”這條通則。但通常學者說，心臟若完好存在體內，副腎精使心搏減緩²⁹。這一定因為所用的副腎精劑量太大，遠出了生理的限度，把動脈血壓提得過高，以致過旺的血潮妨礙急速的收縮，並且中樞神經系也發出禁制的衝動，於是副腎精對於心臟筋天然的影響遂被壓伏下去了。浩思坎斯(Hoskins)和拉富賴縮(Lovelette)近來證明注射副腎精到靜脈管裏，類似副腎腺自然的排洩，結果不只是血壓提高，脈搏也現促速³⁰。所以，因動脈血壓提高心臟須作大量的工的時候，同時血液大量地湧入心臟，而心臟筋也作更速，更强的搏動。因此心搏的增進和激切時機副腎腺其他的適應作用是互相應和的。

呼吸作用上的變化也利於奮發筋力

掙扎或逃跑的時候，有一樣很緊切的需要，就是要有充分的養素以養化筋肉收縮生出的代謝產物(metabolites)並將得出的二養化炭迅速排出體外。劇烈的運動一經開始，呼吸立刻就起變化，使肺臟氣流充暢。動物當疼痛和情緒激發時一個最特殊的反應就是有深而速呼吸。這個反射的反應恰是最能助機體於困厄，恐懼或忿怒的當時或以後

作可有的奮力，以爭鬪或逃跑。已經知道，由這種強制的呼吸，血裏二養化炭的含量可以大減，以致一分鐘或更長的時間可不必作任何的呼吸³¹。達格拉斯 (Douglas) 和海爾旦 (Haldane)³² 曾經證明未作劇烈的筋肉奮力以前，先和緩地強制呼吸三分鐘，能大減後來呼吸的艱苦，呼吸的空氣和排出的二養化炭的總量都有減少。並且，奮力以後心搏的速率小些，從增進的率回到常率也較快些。所以情緒激發時強制的呼吸可以解作是血中二養化炭之臨先的減煞 (anticipatory reduction)，準備應付一作筋肉奮力血中二養化炭的增多。^{*}

每次呼吸，空氣在肺裏來回流動，必定經過微氣管 (bronchioles) 的細枝。微氣管有平滑筋，大概也像身體他部的平滑筋，通常是在一種節調的收縮 (tonic contraction) 狀態的。這個節調的收縮若大增加——如患哮喘 (asthma) 時——呼吸就覺困難，即使身體在靜止的狀態，也要作格外的努力，以維持兩肺最低度的，必須的氣流。作劇烈的奮力時，每次呼吸流經微氣管的空氣總量和速度都必須大大增加。一個人因快跑而呼吸迫促時，微氣管或可是“比較地”太小了，不

* 作筋肉的活動時產出過量的熱，結果使機體出汗。汗的揮發可使體溫不因奮力的熱而過度升高。有強烈的情緒和疼痛時，皮膚上出的“冷汗”可以看作是對於這些時候容易發生的劇烈運動之臨先的反應。

足以暢通氣流，恰像患哮喘者微氣管太小，呼吸艱苦。於是要費格外的力，急速往返鼓盪氣流，以應身體的需要。即在最順利的情況作劇烈的運動時，喫力的呼吸，大概至少也有幾分是用以促速呼吸的氣體的湧流。微氣管壁上的輪狀筋(ring-muscle)的節調收縮若是減緩，氣管因而擴大，這格外的喫力就必顯然減煞了。許多研究家用不同的方法證明，把副腎精注射到血流中，有一個明確的效力就是擴大微氣管³³。情緒激發時放出的副腎精，未至任何器官(除右心室外)以前，先到肺裏；所以他的頭樣效果就可以是弛放平滑筋。劇烈的掙扎需要豐足的新鮮空氣和迅速地排放含炭的廢物時，這又是一個充實機體力量的極直接的方法。

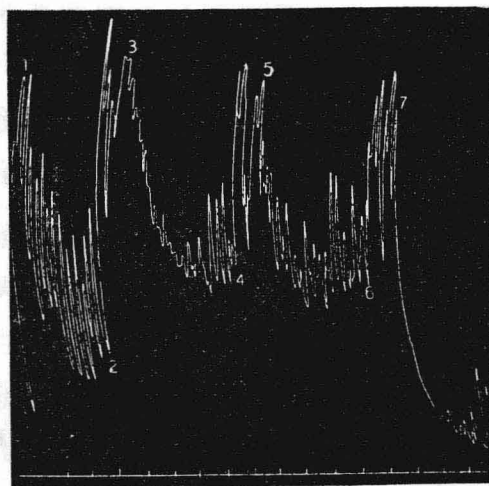
氣閉(asphyxia)的效果類似疼痛和情緒激發時的效果

以上疼痛和情緒激發時所起的一切身體的反應，我們都以爲是臨自然隨起的本能動作之先的。我們已見這些反應都可解作是預備機體所要作的筋肉奮力。又有一個發現贊助這個解釋，就是，機體中有一種機制，使情緒的激發臨先地喚起的身體變化可由實在的奮力延續或加強。

作大的奮力，如逃跑或爭鬪，結果產出過量的二養化炭。情緒激起的呼吸和循環上的變化雖已充實體力，準備掙扎，而這些情緒方面的使活動部分效率常高的準備，或不繼續進行，或進行而不充分。作久續的，劇烈的奮力時呼吸若有

滯礙，或奮力停止以後滯礙某個時間，於是就有一個半氣閉的狀態。誰都知道，這個狀態是極不利於再去奮力的，但是氣閉的本身可以有刺激的作用³⁴。

浩思次斯和我³⁵實驗各種狀況對於副腎腺的分泌作用的影響時，我們也曾試驗氣閉的影響。我們用腸節 (intestinal segment) 作指標，比較氣閉的前後兩種血樣的作用：氣閉以前同時從副腎靜脈以上的下大靜脈和股靜脈提取血樣，和氣閉以後從同些地方提取的血樣比較。取流過腿部毛細管的股靜脈血作為受了副腎靜脈的湧注以後的同樣



第三十六圖。——氣閉引出的副腎的分泌物。在 1 加常態的下大靜脈血，在 2 撤去。在 3 加股靜脈的常態血，在 4 撤去。在 5 加氣閉以後的股靜脈的血，在 6 撤去。在 7 加氣閉以後的下大靜脈血。時間的單位是半分鐘。

血的標準。使動物氣閉的方法是覆蓋身外氣管(tracheal cannula),直到呼吸困難,緩慢,但放入空氣以後還能平復過來。所以氣閉並沒有到了極端。

氣閉到這個程度的結果第三十六圖用曲線表明。氣閉以前從下大靜脈和股靜脈提取的血(“常態的”)不能制止腸筋的收縮。氣閉以後,股靜脈的血和氣閉以前提取的差不多發生同樣的效果;所以氣閉沒有使一般的靜脈血流起什麼變化。但氣閉以後從下大靜脈提取的血樣所生的效果和氣閉以前從同一地方提取的血大不相同(比較1以後和7以後的記錄)——他使腸筋現特殊的制止,指示血裏有了副腎分泌物*。

緩和地氣閉時所得的積極結果,不能歸諸血液裏副腎精以外的東西的作用,因為氣閉以後的股靜脈血不能制止

* 這個積極的結果暗示我們實不必把氣閉前後的股靜脈和下大靜脈的血都比較一番,只比較在氣閉前後提取的下大靜脈血就夠了。實在已經照這樣得出積極的結果來,但是即把副腎腺小心割掉,且引起極端的氣閉(就是,呼吸停止),也有這樣的結果。於是證明,當極端的氣閉時血裏可有一種或多種物質,能制止腸筋的收縮。有一次實驗,證明血裏沒有副腎精以後,緊在橫隔膜下縛住大動脈和下大靜脈,在中頸部縛住頸動脈。使動物極端的氣閉(延續五分鐘)。這時候從心臟提取的血使收縮的腸節起顯然的制止。所以動物“極端地”氣閉時提取的血的禁制作用大概不能只是由於副腎精。

腸筋的收縮，而差不多同時提取的下大靜脈血就能立刻弛緩腸筋。所以我們作了這個結論：氣閉可使副腎腺的分泌物增加。

包爾伯格(Borberg)和福勒德利沙(Fridericia)³⁶及史塔坎斯坦(Starkenstein)³⁷的實驗，贊助這個結論，他們發現血液裏二養化炭的增加可減少副腎髓質部(adrenal medulla)的副腎精。副腎完好，氣閉時血壓提高，割除副腎就沒有這個現象；近來區拔斯基(Czubalski)³⁸根據這個事實斷定氣閉能把副腎精放入血流。

氣閉，和疼痛與激擾時一樣，不只放出副腎精來，更可由此推定他也引出糖分³⁹。此外，史塔坎斯坦⁴⁰證明若割除副腎腺，受一養化炭(carbon-monoxide)的毒而致氣閉時，血糖是不見增加的。

強大的情緒以後若作劇烈的奮力，氣閉的現象很容易發現，他連同情緒的激發和疼痛或延續他們的影響使副腎精分泌加旺，使肝內的糖放出更多。這些變化由以前講的方式，轉而供應活動的筋肉。這正合於馬克洛德⁴¹的見解，他說因筋肉奮力肝內澱粉放泄的增加，大概和血裏二養化炭的增加有連帶的關係。也合於宗茲(Zuntz)⁴²的結論，他說因筋肉奮力而起的氣閉可以引出這樣多的糖分，活動的筋肉雖然用糖增加，而糖尿竟可發現。

上邊講副腎精能弛緩微氣管的平滑筋，現在又知道氣

閉時放出副腎精來，這兩項事實暗示機體中有個機制，自動地解救呼吸的困難。我們都知道所謂“後勁”(second wind)的現象：一個人雖覺“氣悶”而仍繼續奮力以後體力又有不可思議的回復和刷新。這個現象已有許多的解釋，我們以為他似是由於情緒激發時加強體力的機制此時發生了活動。糖分和副腎精的放出，活動的肌肉中血流的增旺——供給能力，減煞疲勞——和微氣管壁的弛張都可說是氣閉引起的變化。他們一若發現，一定很能消除他們自身所由起的苦厄。照這個解釋，“後勁”就是起於疼痛和情緒激奮時所有的利於奮發筋力的同些身體變化的發動。

血液速凝有防止失血的效用

疼痛和情緒激發時血糖增加，副腎精分泌，循環上也有改變，以前討論這些變化把他們解作是對於野居的生活狀況之生物的適應——那種生活易有疼痛和情緒，也就是易有爭鬪和逃跑的必需。這些時候血凝加速也可看作是一個適應的過程，對於機體很有效用。保存體內的血液極關重要，特在掙扎性命的時候，這是用不着講的。局部受傷，不久血液凝結，黏封脈管破口，這個作用顯然是適應的，他防護機體，不使失血。破裂脈管的傷，地域若廣，也容易引起疼痛。我們已知起痛的情境增多副腎精的分泌，且促速血凝。所以傷損的本身在體內引起兩樣變化，減輕受傷時大量失血

的危險——受傷的地域起局部的凝結；反射地引出副腎精，使全身血液凝結加快。

由現在的論證，強烈的情緒，如恐懼和忿怒，實在是對於以後的動作可以極有效用的——身體變化的伴起現象。這些身體的變化酷似覺痛和奮力掙扎時的變化，所以——如早日的進化論家所說——各種情緒可以看作是先嘗實在的掙扎的苦楚和嚴烈。由這個見地，伴隨激烈的情緒狀態的身體變化，為爭鬪和可能的受傷作官體的準備，自然要有疼痛自己所引起的變化。血糖和副腎精的加多，循環的適應，血凝的促速，這些變化都利於維護最善作這些變化的機體的生存。

參 考 書

1. Darwin: Expression of Emotions in Man and Animals, New York, 1905, pp. 101, 117.
2. Spencer: Principles of Psychology, London, 1855.
3. McDougall: Introduction to Social Psychology, London, 1908, pp. 49, 59.
4. Crile: Boston Medical and Surgical Journal, 1910, CLXIII, p. 893.
5. Macleod: Diabetes, etc., p. 80
6. Darwin: 見前 p. 72.

7. Nasse: Archiv für die Gesamte Physiologie, 1869, II, p. 106;
1877, XIX, p. 483.
8. Frentzel: Archiv für die Gesamte Physiologie, 1894, LVI,
p. 280.
9. Zuntz: Oppenheimer's Handbuch der Biochemie, Jena, 1911,
IV (前半), p. 841.
10. Benedict and Cathcart: Muscular Work, a Metabolic Study,
Washington, 1913, pp. 85-87.
11. Chanveau and Kaufmann: Comptes Rendus, Académie des
Sciences, 1886, CIII, p. 1062.
12. Quinquaud: Comptes Rendus, Société de Biologie, 1886,
XXXVIII, p. 410.
13. Morat and Dufourt: Archives de Physiologie, 1892, XXIV,
p. 327.
14. Pavy: The Physiology of the Carbohydrates, London, 1894,
p. 166.
15. Magnus-Levy: von Noorden's Handbuch der Pathologie des
Stoffwechsels, 1906, I, p. 385.
16. Locke and Rosenheim: Journal of Physiology, 1907, XXXVI,
p. 211.
17. Patterson and Starling: Journal of Physiology, 1913, XLVII,
p. 143.

18. Macleod and Pearce: *American Journal of Physiology*, 1913, XXXII, p. 192. Pavy and Siau: *Journal of Physiology*, 1903, XXIX, p. 375. Macleod: *American Journal of Physiology*, 1909, XXIII, p. 278.
19. Locke: *Centralblatt für Physiologie*, 1900, XIV, p. 671.
20. Schumberg: *Archiv für Physiologie*, 1896, p. 537.
21. Frentzel: *Archiv für Physiologie*, 1899, Supplement Band, p. 145.
22. Lee and Harrold: *American Journal of Physiology*, 1900, IV, p. 9.
23. Wilenko: *Biochemische Zeitschrift*, 1912, XLII, p. 58.
24. Wilenko: *Archiv für experimentelle Pathologie and Pharmakologie*, 1913, LXXI, p. 266.
25. Lusk: *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 1914, XI, p. 49. Lusk and Riche: *Archives of Internal Medicine*, 1914, XIII, p. 68.
26. Elliott: *Journal of Physiology*, 1912, XLIV, p. 376.
27. Macleod: *Diabetes, etc.*, pp. 64-73.
28. Macleod: *Diabetes, etc.*, pp. 68-72.
29. Biedl: *Die Innere Sekretion*, 1913, I, p. 464.
30. Hoskins and Lovelette: *Journal of the American Medical Association*, 1914, LXIII, p. 317.

31. Haldane and Priestley: *Journal of Physiology*, 1905, XXXII, p. 255.
32. Douglas and Haldane: *Journal of Physiology*, 1909, XXXIX, p. 1.
33. Januschke and Pollak: *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie*, 1911, LXVI, p. 205. Trendelenburg: *Zentralblatt für Physiologie*, 1912, XXVI, p. 1. Jackson: *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 1912, IV, p. 59.
34. Hoskins and McClure: *Archives of Internal Medicine*, 1912, X, p. 355.
35. Cannon and Hoskins: *American Journal of Physiology*, 1911, XXIX, p. 275.
36. Borberg: *Skandinavisches Archiv für Physiologie*, 1913, XXVIII, p. 125.
37. Starkenstein: *Zeitschrift für experimentelle Pathologie und Therapie*, 1911, X, p. 95.
38. Czubalski: *Zentralblatt für Physiologie*, 1913, XXVII, p. 580.
39. 關於此說的證據和此項研究的參考書報, 參考 Bang: *Der Blutzucker*, Wiesbaden, 1913, pp. 104-108.
40. Starkenstein: 見前, p. 94.
41. Macleod: *Diabetes, etc.*, p. 184.

42. Zuntz: 見前, p. 854.

第十二章

情緒的激發有充實體力的效用

情緒和筋肉活動的關係學者早就知道了。施靈頓 (Sherrington)¹ 說“情緒‘鼓動’我們，因也鼓動他自己。情緒若是加強，他驅迫我們作劇烈的運動。身體的一切劇烈運動……都連帶不很顯著的內臟的動作，特是循環的和呼吸的。運轉軀體的筋肉作格外的活動時，營養的器官也有加強的動作，供給筋肉生力的材料”。本書報告的各項研究發現了許多從未想到的機制，使筋肉的動作因內臟之情緒的騷動可變得更有力量。以前講的一切的內臟變化——營養管停止活動（把能力的供給移向他部）；血液從那些活動可以暫停的腹內器官移到筋肉奮力所必需的器官肺臟，心臟，中樞神經系）；心臟收縮加強；筋肉的疲勞產物迅速消滅；發動生力的糖分入於血流；這一切的內臟變化都直接使機體在恐懼，忿怒或疼痛時可以有的體力奮發上更有力量。

“能力的庫藏”(Reservoirs of Power)

主要的情緒有提增氣力的作用,普通早知道了*。達爾文(Darwin)說,他曾聽見說“一個忿怒有激發作用的證據:人當過度地操作時,常自假想作衝犯的舉動,使自己入於激奮狀態,無意識地提高自己的氣力”;達爾文²接着說,“聽說這話以後我時時證實他是不錯”。我們知道在恐懼的衝動下人能作異常的跑和跳。馬度孤(McDougall)³曾舉一個運動家的實例,兒童的時候他曾被野獸追趕,那時他跳過了一座牆,這樣的牆直到他身材,體力都已成熟後纔能夠再跳過去。詹姆士(William James)⁴在他晚年一篇文裏曾從心理學的見地研究激切時機所表現的身體和精神之異常的能力。他說人都有些“能力的庫藏”,平常是用不着的,但到了必要的時機,他們就源源發出能力來。詹姆士這些諷喻的說話,只若說到體力的表現,已於以前各章所講的極有用的身體變化得了明確的,具體的實證。

要想根據供應肌肉收縮的豐多的養分,和免除或消煞疲勞的沮抑作用的分泌物,去說明激奮的時期可有的一切體力的增加和無倦的耐苦,這當然是不對的。渾身的戰慄,

* 羅塞爾(Russell: The Pima Indians, United States Bureau of Ethnology, 1908, p. 243)曾述說北美土人講給小孩們聽的一個故事,裏邊講的是一個受了傷的山狗(Coyote)獵追幾個鸚鵡。有一節說,“臨了鸚鵡們都疲倦了,但是山狗還不,因為他很惱怒,不覺得疲倦了”。

筋肉的抽搐，特殊的態度都明示神經系也有極強的活動——神經衝動甚至洩入掙扎時不直接運用的部分，例如，至於發音的筋肉，引出特殊的啼號或警告的發聲；至於耳筋，使耳貼向後方或豎立起來；至於嘴唇四周的小筋肉上，使他們緊張，暴露牙齒。在激擾的情緒下，如恐懼和忿怒時，人類——動物也是一樣——所表現的特殊形像是普通所熟知的，已成了原始的，普通的媒介，據以判定機體所有的經驗的性質。神經系對於激動情緒的物體或情境作這種“模式的反應”(pattern response)中樞神經系裏發生活動的神經原數目的多大概遠過於作一個高級的抉擇動作(act of volition)。此外，到筋肉上去的神經衝動所支配的器官富有生力的材料，又有流轉迅速的血液和分泌的副腎精，防止廢物積聚以致力量急速消失。在這種激奮的情形，機體能表現異常的力量或耐苦，那是十分自然的了*。

知道了強烈的情緒有生力的作用，我們看看這事是很有趣的：神經筋肉系必須大起活動以作異常的工作時，情緒的奮發時常是一個伴起的現象。為申明以前的論證的要點起見，我要舉幾個情緒的激發和異常的體力或耐勞互相

* 各個神經原若服從最大活動或全不活動的定律(law of either supreme action or inaction)，就是，不全則無律(all or none law)，反應的力量有大小，只因參加活動的神經原的“數目”有多少——參加的越多，表現的力量就越大。

連帶的實例。

競賽的遊戲的興奮和體力

前邊一章裏(第五章,第三節,後半)我曾提到在最激烈的足球年季決賽以後發現一個大學的足球隊員中幾近百分之五十尿裏有糖。我們都知道這種競賽的消息傳佈得很遠,每個大學的熱心的助威者常從千百里遠的地方趕來參與。各校的學生都熱心地開會,表示愛戴本校的選隊,信任他們的勇武——實在,那些何以必勝的爭論,祝勝的歌唱,喝采,很能煩擾與賽的人,所以舉行重要的比賽以前常教他們暫時離開大學的環境,免致臨陣時疲乏過甚。

到比賽的那一天,興奮的程度,更要加高許多倍。大學裏簡直是放一天假,全城的人也多休息了。本校的人開始在球場聚集時,各隊熱心的助威者漫街而來。觀者可以多至七萬人,每個都是渾身帶勁,各有偏愛。學生樂隊引導幾千人同聲歌唱,鼓勵為本校作最大的努力;這些歌唱也提前慶祝自己的勝利。

巨大,歡呼,叫喊,歌唱,搖旗的人海中再特殊地暴發這樣的呼躍,歡迎足球員入場。不久,比賽開始了。每個隊員的職位全場是都知道的——若不是因為從前認識,就因有圖片說明。玩一個重要的球,全場千萬的觀眾都看得見,玩者的姓名立刻報告大眾,他那幾千同學要作一個特別的喝采

(cheer), 末後一字是他的姓名,以尊敬他。隊員若違犯場規,或不稱職守,以致本隊失利,觀衆也知道是誰。隊員若爲本隊,本校努力爭勝而致力竭,且只得退場,本校的人作出可用以對待大英雄的歡呼接他去。簡單說:用盡了一切方法,由督責和矜炫的強烈誘因,使各隊員深切地明白自己對於最高,最重要的結果——本校的勝利——所負的責任(個人的和全隊的一員的)。

這個責任極能激發運動員的情緒。在一個重要的比賽以前,我在預備室裏見一個足球員穿着帆布衣,絆鞋,皮盔,猶坐在一條長凳上,攢著拳,咬着牙,面如土色。比賽開始,他作得出奇地好,賽完以後尿裏發現大量的糖!大概再沒有別種運動比美國式的足球更要久續的,極端的神經筋肉的奮力。從以上比賽時四下的情況的說明可知他們都使隊員情緒激發,結果引出身體的儲能,用以作比賽所要的激烈運動。

別種競賽,如賽跑和競漕,和足球有同樣的情形,不過程度上差一點。也有很多的觀衆,各項比賽自始至終注意觀看,將近終點時,勝利的歡呼和叫喊驟增廣大,好像是要故意合作一個絕響。最後拚命地努力以爭勝利的時候,這全部情境最利於發起極度的興奮來。

教儀的和別種的跳舞的狂暴和耐苦

跳舞爲原始的教儀的重要部分，他永遠伴有興奮的狀態，且常表現異常的耐苦。“約匱”(Ark)遷到宰溫(Zion)的時候，有許多宗教的行列和祭祀，大衛王(King David)“在主前用全力跳舞”。穆訥(Mooney)⁵關於美洲土人的跳舞的記載裏曾說有一個少年在一個教儀中舞了三天三夜，不喫，不喝，不睡。作這樣一個可怕的奮力時，他人在前，他們由團體的作用(group action)助同激發個人的情緒和活動，一定是延長體力的重要原因。

宗教的懣躁狂(religious manias)⁶的歷史上有許多事例，大羣的人同時發狂，跳舞時表現異常的耐苦。一三七四年德國，荷蘭，比利時和法國發現了一種懣躁狂，狂者自稱爲聖約翰(Saint John)跳舞。大街上，教堂中，家庭裏或別的地方男女攜手，成著對，或圍成圈，用力跳舞，多少點鐘不稍休息。舞的時候，他們唱歌，喊叫，並且看見幻像(visions)。大隊狂者沿大道舞行，闖入城市，直到官家出面阻止。

一七四〇年威爾士(Wales)出了一個奇怪的教門，叫作“踊士”(Jumpers)。照韋斯萊(Wesley)的記載，他們的舞蹈很像美洲土人的某些狂亂狀態。韋斯萊⁷說“祈禱完了以後，隨便一個人摘出聖詩的一節；他們用盡全力反覆唱他，多至三，四十遍，直到有幾個人入於一種昏醉或瘋癲狀態；他們於是狂暴地興奮起來，由各樣的姿勢跳上跳下，常連鬧幾點鐘的工夫”。踊士集會有時可到幾千人，齊聲歡叫，準備跳著

開心⁸。韋斯萊又曾敘說他曾到場講演的美以美會徒的(Methodist)集會上驚人的情緒暴發。“有些人全身各部都起一種抽搐性的運動，並且極為暴烈，時常四、五個人都按不住其中的一個。我見過許多協識脫離症的(hysterical)或癩病的(epileptic)症狀，但沒有一個在許多方面是彷彿這些的”。

回教僧徒⁹的跳舞也伴有強烈的興奮和不倦的運動。“跳舞的衆僧中，‘呀，天神！’(Yâ Allah!)和‘呀，呼！’(Yâ Hoo!)的叫號加倍地增添，加以可怕的嗥叫”……“他們的跳舞是沒有規矩的，好像是作瘋人的把戲；時而全身跳上跳下，其次全身打旋，時而用兩臂作出奇怪的姿勢，其次又是跳躍，並且時時叫喊”……“跳得力竭，像要停歇的時候，主教(sheikh)就從中間走過，自己也作極劇烈的運動，以鼓舞他們作新的努力。主教退去，兩個長老進場，步伐加倍地快，全身的動轉加倍地利害；甚至時時厥直身體，以激動別人的羨慕心和競爭心，繼續努力舞踊，直到體力全竭為止”。這樣發起的狂暴狀態，舞者可有嚴重的苦痛，但外面只現興奮的表徵。

以上這些跳舞中有兩個最顯著的點：舞者有強烈的興奮；他們的體力異常地持久。現在雖沒有直接的證據，像檢查足球員所得的，說利於神經肌肉大的奮力的身體變化在這些狂暴狀態中發現，但百之九九他們是發現的；所作的耐苦活動，大概是因為情緒的奮發，放開了體力的庫藏。

戰鬥的暴烈情緒和掙扎

以前討論疼痛和情緒激發時身體的變化的重要，我們很看重這些變化在爭鬪和逃跑上的價值。人類和低等動物每逢有爭鬪的必要，最蠻野的情緒就發起來。我們只須一翻戰爭的歷史就知道忿怒和憎恨的原始情緒一得充分活動，本來顧全他人，尊重他人的權利的人可以忽然變成兇狠的蠻種，虐殺無辜的婦孺，殘毀傷者，縱火搶掠，簡直像妖魔的暴行。就是在這種異常的情緒騷亂上我們可見長時的奮力和不可思議的耐苦的實例。

見於記載的人和人的爭鬪中大概用以決定有罪或無罪的爭鬪算是最兇猛了。在選定的鬪場的隅角上為二人各備一個棺架，表示這場爭鬪是要決個死活的。每人的親戚朋友，和解罪神父(father confessor)都到鬪場服侍¹⁰。各人都祈禱上帝保佑得勝以後，挑定使用的武器，宣了誓，於是決鬪開始。雙方都用持續的，兇狠的勇力戰到最後，好像野獸拚命的攪鬪。我們可從古時找一個很好的實例：一一二七年弗郎德王查理(Charles the Good of Flanders)被人暗殺。一個名叫蓋(Guy)的武士是此案一個共犯，另一個叫赫爾曼(Herman)的武士問他謀弑之罪。二人都是有名的戰將。不久，蓋把赫爾曼打下馬來，並且用他的槍百方阻止他再得上馬。赫爾曼於是打壞蓋騎的馬，二人又用短劍在地上互鬪。劍術同樣地精，許久不分上下，身疲力竭，於是棄劍和盾，

徒手相攫以決勝負。蓋把赫爾曼摔倒，壓住他，用他的鐵護手鑿他的臉，直到他像是不再動彈了；而赫爾曼急把他的手溜到蓋的鎧甲下邊，抓住他的辜丸，用了一下大力把他們扯去。蓋於是倒地，氣絕¹¹。在極端的忿怒和憎恨中作的這些可怕的爭鬪裏，加強戰時最關重要的身體部分的力量的各項機制都充分地活動，他們對於制勝有極高的價值。

觀衆和音樂的刺激作用

上述的各事例中——競賽，跳舞，和戰鬪——都有兩個原素能援助情緒充分地發展，使筋肉作異常的活動。一個是有大簇的旁觀者和參加者，他們發出“暴徒精神”（mob spirit），能使個人的動作遠過所想到的限度。那一個就是音樂的影響。達爾文老早就說音樂有一種驚奇的力量，能模糊地喚起我們的祖先在遠古時代所經驗的強烈情緒。對於軍樂這話特是不錯。笛管和琵琶決不適用於戰爭的兇猛行動；促人作戰要高奏粗聲的銅角和惡響的樂器。軍樂對於某些人感動力極大，可使筋肉震顫，兩眼淚流——這都是體內有深切的情緒反應的表徵。要作艱苦的行動和兇猛的奮力的時候，軍樂能激起衝犯的情緒（aggressive emotions），這事早就知道了。羅馬人在喇叭，號角聲中追殺敵人。古日耳曼人奔向前陣，他們的力量着鼓，笛，鐃鈸，和長號（clarions）的聲音催激起來。據說匈牙利的軍隊在歐洲算是最壞的，

可是軍樂一奏他們立時變成最好的！李奈維池將軍 (General Linevitch) 說“軍樂是俄國軍隊裏最要緊的一樣軍需品，沒有軍樂，俄國兵就要沈悶，怯懦，蠻野，無力。聽得軍樂，他們得一種不可思議的耐苦力，忘了痛苦和死亡。軍樂真是神聖的炸藥”。據云拿破崙 (Napoleon) 說哥薩克 (Cossack) 軍隊的妖魔，粗野的軍樂使他們這樣地怒，法國營裏的乳酪他們也灑將出來^{軍的未有事竟被} 12。細心研究戰時軍樂的效用或能發現其他有趣的證據，表明軍樂的作用就是助長那些伴隨爭鬪的情緒的身體變化。

以上只是幾個極端的疼痛，忿怒，恐懼或興奮和強大的體力互相連合的實例。一定在許多別的時候這兩簇現象也聯合發現。若研究消防員和警察的生活，越獄的囚犯，難船的水手的經歷，墾殖的人和本土蠻民的爭戰，急迫的進兵和敗退的記載，就要得許多這樣的事例，重大的身體變化助長筋力的效能；體力或耐苦遠過尋常。我們很有理由相信所有的情境，若利於實驗的研究，我們就能證明身體的活動的動力隨激烈的情緒騷亂而有增加，或更能夠測量增加的多少。

強力的感覺 (Feeling of Power)

說到這裏，有一件事很是重要：極興奮的時候人常覺得極大的力量忽然來到，把他的能力提到一個新的，高的階級。

我有一個膽汁質的(choleric)朋友,他告我說怒的時候他深信能搗碎,破毀他所敵對的。我又聽見一個足球家說,最後的決賽以前他覺得有了極大的力量,給他一個口號,他能一躍而撞碎任何平常的門。人在這最興奮的時候,體力若作出極度的成績來,自己覺得深切地滿足。冒險的危險有引人的能力,大概因為恐懼有驚心動魄的作用,並且聚全身的能力應付困難,得從險境脫出,可得許多征服的快樂(joys of conquest)。因為這些原故,精壯的人故意尋找險事,敢犯嚴重受傷的機會。“危險使我們越發活潑。我們很愛奮力,以致也愛提高爭鬪的氣力的恐懼。恐懼不只是必要避開,另尋安全的處所或狀態,我們更歡迎他這大力的武庫”¹³。在危險的遊戲,爬山,獵打猛獸和戰爭的絕險中,危險,興奮,和強力的感覺湧在一起,發出意想不到的能力,使人生動地覺得有成功的可能。

參 考 書

1. Sherrington: The Integrative Action of the Nervous System, New York, 1906, p. 265.
2. Darwin: The Expression of Emotions in Man and Animals, New York, 1905, p. 79.
3. McDougall: Introduction to Social Psychology, London, 1908, p. 50.

4. James: *The Energies of Men*, p. 227, in *Memories and Studies*, New York, 1911.
5. Mooney: *The Ghost-Dance Religion*, United States Bureau of Ethnology, 1892-3, p. 924.
6. Schaff: *Religious Encyclopedia*, New York, 1908, III, p. 346.
7. Southey: *Life of Charles Wesley*, New York, 1820, II, p. 164.
8. Southey: 見前, i, p. 240.
9. Brown: *The Dervishes*, London, 1868, pp. 218-222, 260.
10. Majer: *Geschichte der Ordalien*, Jena, 1796, pp. 218-261.
11. Lea: *Superstition and Force*, Philadelphia, 1892, p. 178.
12. Narodny: *Musical America*, 1914, XX, No. 14.
13. Hall: *American Journal of Psychology*, 1914, XXV, p. 154.

第十三章

饑餓的性質

和疼痛及恐懼，忿怒的強大情緒同為決定機體活動的動原的就是饑餓的感覺。這個感覺常極嚴厲，不快，苦痛，會迫人犯罪以消煞他。他曾使人互相殘食，即在文明人中也有這事。也曾使人自殺。又曾使人破敵——饑餓的苦痛增強加緊時，兵士們衝犯的精神就無關於忠君愛國，而變為個人的，自私的了。

一九〇五年我研究我自己的營養管的活動所發出的節拍的聲音，我注意到饑餓的感覺不是常在的，而是間歇的；餓覺消滅時常由聽診器（stethoscope）聽得一種很高的唼唼聲。這個和別的證據，指示饑餓的感覺起於消化管的收縮的，一九一一年我有報告¹。這一年，由我一個學生華石渤恩（A. L. Washburn）的幫助，我給這個推斷得了最後的證明。

食慾（appetite）和饑餓

食慾和饑餓兩項感覺都極複雜，且互相牽連，若不先分清這兩名詞的意義，討論那一項感覺必是沒有結果的。有

人說食慾是饑餓的初步，是那緩和的，快活的一級；饑餓則是加劇的狀態，不快，甚至痛苦——這是食慾不得滿足的結果。由這一說，食慾和饑餓只是程度的差異。又有一個似更近理的見解，說這兩項經驗是根本不同的。

細心的研究證明食慾是和食物從前的味覺，嗅覺相關的。和這個或那個食物相連的可喜或可惡的滋味或氣味決定我們的食慾。所以食慾含有重要的心理的成分。我們可以想燻牛肉的氣味或蜜桃及乳酪的滋味，作這個想像我們可得快感。真嘗，真聞的時候，味覺和嗅覺的直接作用使我們越發快活。第一章講過，實驗動物和人類證明預期和真喫的快樂可引起唾液，胃液的湧流，在發動消化過程上有重大的作用。

繁昌的民族中，食物充足，只有食慾即似能為身體得相當的營養。我們喫飯，因為飯鈴響了，因為去喫可免不快之感，因為食物在我們面前形色可愛，味香動人。但在不大順利的狀況，饑餓作劇烈的，頑抗的要求纔能得身體需要的養料。

饑餓的感覺很難描寫，但是差不多誰都自小就時時覺得下中胸部(lower mid-chest region)和上腹部(epigastrium)有沉悶的痛和耗蝕的痛，他可以完全支配人的動作。史特恩伯格(Sternberg)說饑餓可以充分地頑強，甚至迫人喫不但不起食慾，更可使人作嘔的惡味的食物。餓者進食一吞而盡。

食慾的快活他是不能享受的——他要的是數量，不是品質，並且要立刻到口。

所以饑餓和食慾是判然二事——生理的基礎，地位和心理元素上都不相同。饑餓得了滿足，而食慾仍可活動。正餐後進鮮美的尾食(菓品等)時誰還饑餓？但誰肯因無必需而不喫？從那面說，饑餓激切的時候也可以沒有食慾³。大饑的兒童批評他的食物麼？誰不知道“饑餓是頂好的味料”(hunger is the best sauce)？這兩項感覺雖可區分，但同有引人進食的效能，並且通常是連帶發現的。實在饑餓和食慾的合作大概就是常致混亂的原因了。

饑餓的感覺

饑餓可以說是有一個核心和些可以變易的附件。饑餓的特殊的悶痛，指為起於上腹的，是機體要求食物的頭一表示；要求不得滿足，這個感覺就要轉成極不愉快的耗蝕的痛，越至劇烈越難指出所在的地方。這可算是饑餓的主要性狀。悶痛以外又可感覺疲困和眩暈，同時也或氣力微弱，頭痛劇烈，或易怒，不安，以致續作日常的事務逐漸困難。發現什麼狀態因人而異——例如這個人感覺頭痛，那個人喪失氣力——這證明他們不是饑餓的中心部分而只是些不恆有的伴起現象。通常說“空洞之感”(feeling of emptiness)是饑餓的主要成分⁴，我們以為這只是一個推想，而不是意識

的清晰的與件(datum),以下也不必再講。那麼,所剩下的只有那個沈悶,切迫的感覺,這是饑餓的恒常性狀,中心部分,以下要詳細研究他。

研究饑餓可以從心理學的觀點,純粹根據內省去討論他;也可由他的前件(antecedents)和伴起的生理變化去加研究——這個研究兼要客觀的方法和主觀的省察。饑餓之心理生理的(psycho-physiological)研究到末了再講。我們要先討論幾個很有人相信的關於饑餓的學說。

主要的學說有兩個。第一個說饑餓是一般的感覺(general sensation),不是起於身上某個特殊部分,不過有個局部的指證(local reference)。生理學家和心理學家相信這個說的比信那個說的多。第二個說饑餓有個局部的起原,因此也有個局部的指證。以下討論這些學說的時候我們有機會講些切要的新的研究。

謂饑餓爲一般的感覺的學說

謂饑餓起於一般的生理狀況的學說是根據這個觀念:身體消耗了養分,血液遂致貧薄。施富(Schiff)⁶採取這個主張,說血液缺了養分就由一種方式影響身體的組織,他們於是要求新的供給。大腦的神經細胞也隨着有養分的貧乏,因內部發生變化於是喚起饑餓的感覺。所以說饑餓是有待於全身的狀況的經驗。

有三項證據拿來贊助這個說法：

(1)“饑餓隨時間而加強”。——這只是半句話。饑餓隨時加劇，是普通所見到的，這十分合於這個假定，身體的需要一經發現，只若不得滿足，生理的情形和血液的狀況越變越壞。

時間延進，身體的養料遞減，饑餓的程度遂增，這話雖然不錯，不過這個共起的現象不能證明饑餓是直接起於養料的虧耗。假若這話正對，我們就要期望饑餓逐漸劇烈直到餓死為止。現有許多證據表明饑餓的感覺並不這樣加劇；長久的斷食時，至少有幾個人，過了前幾天饑餓就完全沒有了。魯查尼(Luciani)⁶曾細心記錄斷食者蘇棲(Succi)的經驗，他說過了一個時期，饑餓的感覺完全消失，且不復現。他又說有兩個狗過了斷食的第三或第四天以後，不再現饑餓的表徵；見了食物不想去喫。緬格斯泰提(Tigerstedt)⁷也曾研究饑餓的代謝作用(metabolism)，他說斷食的頭一天進食的欲望雖然極大，但是不愉快的感覺消失得很快，斷食的臨終，斷食者或須強制自己去喫東西。緬格斯泰提和與他共同研究的人們⁸所研究的斷食者J. A. 自己報告斷食的第四天以後就沒有不快的感覺了。

凱林頓(Carrington)⁹研究了許多因增進健康而斷食某個時期的人，他說“習慣的饑餓”(habit-hunger)通常只存在兩，三天，若喝很多的水，他的存在不能多過三天。曾有一個科

西嘉島(Corsica)的律師韋台畢(Viterbi)¹⁰因政治事件判處死刑,他決意斷絕飲食以免刑戮。在他活的十八天裏他有細心的記錄。第三天饑餓的感覺就沒有了,嗣後渴雖時來時往,但饑餓永不復現。這樣的證據還可以列舉,但以上的已足證明過了斷食的頭幾天這個感覺可以完全消滅。照以饑餓為體內養分貧乏的表現的學說,我們要假定斷食的時期過了第三天養分就又神祕地不再貧乏,饑餓的感覺遂因而消滅麼? 這個見解的荒謬是顯然的了。

(2)“胃內飽滿也可覺饑”。——這是一個被選用的別的假設。有十二指腸瘻管(duodenal fistula)的人曾經詳細研究過,胃內飽滿時他們可以感覺一種變式的饑餓。布士(Busch)¹¹敘說的一個著名的事例屢次被人引用。他的病人因有十二指腸瘻管而失營養,喫了東西不久即覺饑餓,只當把半消化之食糜(chyme)經下管口注入腸內纔覺得滿足。養分既然大部份由腸壁吸收,因此即行斷定患的餓覺和飽覺是起於一般的生理狀況,不是由於營養管局部的狀況。

從有十二指腸管的人得的證據眼下不能作切實的討論,這要等以後再講。布士的病人正喫食物時饑餓就消滅,以後就見這件事是十分重要的。食糜入腸可以止餓,這或者不是因為養分吸入體內,而是因為腸內的東西改變了腸胃運動的性質。這話的根據以下再說。

(3)“切斷動物的迷走神經和內臟神經以後,他們還可

熱切地喫東西”。——這是一個錯的論證。說饑餓起於一般的生理狀況，第三個證據是得自實驗的動物。切斷迷走神經和內臟神經可使下食道，胃臟，小腸從中樞神經系完全分離。行過這個手術的動物仍喫面前放的食物，並且可以喫得很熱切¹²。於此局部的刺激的可能既經免掉，除非假定喫的衝動起於大腦，這個行爲怎樣解釋呢？

這個證據的錯誤雖常爲人忽略，但是容易指出來的。我們已知食慾也能引機體進食，和饑餓一樣。一個動物，一切胃腸的神經都被割斷以後，仍可和飽食的人有同樣的喫的誘因——他去進食常因喜悅食物的好滋味和好氣味，毫不關係饑餓的催迫。卽如龍惹(Longet)的實驗¹³，把味神經都切斷，而嗅覺仍可活動，愉快的聯想也可由視覺引起來。五十多年以前魯迪威希(Ludwig)¹⁴就說過，即使一切的神經都切斷了，還有心理的原因可以說明動物的進食；因爲切斷某簇神經以後，動物仍喫東西，有些學者於是斷定這些神經是和餓覺無關的。進食既然非必饑餓，所以進食的動作決不足證明動物是饑，切斷各簇神經動物仍喫東西也不足證明饑餓是起於大腦。

謂饑餓爲一般的感覺的學說其根本假定的弱點

以上討論的這幾個理由已證明只是一般感覺說的微弱的證據。此外，這個學說的根本假定就很微弱。例如，沒

有明白的證據說饑餓初現時血液就發生或已經發生任何化學的或物理學的變化。也沒有證據說大腦皮質部(cerebral cortex)的灰白質(gray matter)能受直接的化學刺激。實在,學者用化學藥品刺激灰白質未能得出什麼結果¹⁵;即用有效的電流刺激,要引出反應一定要很強烈,所得的運動學者說是因為下邊的白質(white matter)而不是灰白質的細胞受了刺激。皮質細胞不能受直接的刺激,這件事實決不贊助這個見解,說他們有巡哨的任務,警備體內養分有過大的消耗。

養分貧乏時可以不覺饑餓

從患熱病的人我們更得別的證據,反駁謂饑餓直接起於養分的虧耗的學說。患熱病的人代謝作用增進,身體的元質可以破壞到這個程度,以致體重大減,但在這養分大虧的時候饑餓的感覺是完全沒有的。

再者,一個人若覺餓而進食,餓覺隨即消滅,這事的發現遠在某些養分可以消化,吸收以前,也就是遠在血液和一般的生理狀況——如果以前有了變化——可以恢復常態以前。

此外,食糧斷絕的人說吞嚥不能消化的東西也可以暫時解餓。且不要說歐透馬寇人(Otomacs)所喫的黏土,碎皮和苔塊一定不能償補身體的虧耗。有人這樣反駁這話:中

樞神經系的狀態例可着末梢部的刺激所推翻，恰如用冷水拍顳顳部可以驚醒睡眠，刺激胃壁也可消煞饑餓¹⁶。這個駁難實不切題，因為他僅是假定了所討論的事情是實有的。所以，熱病發作時沒有饑餓，吞下食物甚或不能消化的東西以後，饑餓迅速消滅，這些事實更使謂饑餓直接起於體內貧乏養分的學說沒有力量了。

謂饑餓起於一般的生理狀況的學說不能說明饑餓迅速的襲來和他的週期性

許多人覺得饑餓的襲來是驟然的。一個人在林中走路或在田野工作，那不要什麼固定的注意，可以覺得饑餓的悶痛乍然而來。通常說“挖掘”(grub-struck)的感覺是這個經驗微妙的形容。饑餓的驟至若和一般的生理狀況相隨。那麼，一般的生理狀況中的變化定要發現得同樣地驟，他或有個臨界點(critical point)，在這裏饑餓猝然襲來。不過現在沒有任何證據說代謝作用的進程上實有這些現象。

饑餓別一個特點，我已經說過，就是他的間歇性。在幾點鐘裏饑餓可以來去幾次。此外，饑餓發現時他的強度也不一律，而是有起伏的。有些時候這些強度的起伏變為饑餓的隱現，而速率不變。在我自己的經驗中有一次饑餓的來去如下：

來	去
12—37—20*	38—30
40—45	41—10
41—45	42—25
43—20	43—35
44—40	45—55
46—15	46—30

這樣進行，共十分多鐘。照所討論的這個學說，饑餓既有這間歇的，週期的性質，身體的養分也要有間歇的，週期的缺乏纔對。一個時候不覺饑餓就暗示體內養分充足，十秒鐘後饑餓來了，表示養分驟然虧乏，再過十秒饑餓消失，表示養分忽又豐足。一般的生理狀況，這樣交替的遷變，也或不是不可能的，不過代謝作用的進程上，據現在所知道的，這樣急驟的變化極難說有。所以饑餓的週期性又是反駁說饑餓起於一般的生理狀況的別一證據。

謂饑餓起於一般的生理狀況的學說不能說明局部的指證

對於這個學說最後一個非難，是他不能解釋饑餓最熟知的特點——通常指饑餓起於胃部。施富和其他主張此說者¹⁷用兩項論證答辯這個非難。第一，他們說饑餓的感

* 第一項是點數，第二項是分數，第三項是秒數。(譯者)

覺不是永遠指在胃部。施富曾問些愚蠢的兵士饑餓起於什麼地方；有些指頸部或胸部，二十三個指胸骨，四個不知道起在那裏，只有兩個說在胃部。換句話說，指胃部的人是最少的。

第二項論證是說這個指證是錯的。失臂的人可以覺癢似是起於早已失掉的手指。他感覺這樣的癢，且歸之於失掉的肢體，這並不足證明癢覺實在起於那些部分。指饑餓的悶痛在身體任何部分，也一樣不足證明他實在起於那裏。這就是反駁饑餓局部起源說的論證。

我們批評這些論證，可先說施富自己就承認所問的兵太少，不能得出決斷的證據來。此外，他們大多數說饑餓似是起於胸膛或胸骨部分，這並不背乎饑餓的末梢起源說。通常述說起於體內的失常的感覺，照例是不正確的。赫德（Head）¹⁸和其他學者證明一個臟器中的失常發生的感覺，人常不說，是起於那個臟器，而指證連屬的皮膚表面。在這些時候，我們不因沒有確指失常的地點而不取這種的報告，說他沒有價值，我們更用這種報告作為診斷體內疾病的基礎。

對於第二個論證——指證末梢器官不算是感覺真起於末梢部分的證據——我們可以這樣答辯，那個論證力量的大小，全看所有的附隨的證據的多少。假若看見一件東西觸着一個手指，我們就可假定同時以為起於手指的觸覺

是由於實際的觸接，不僅是中樞的經驗偶然歸之於肢體。饑餓也是這樣——我們所要以贊助餓覺的末梢指證的，只是要證明和饑餓的悶痛同時那裏更有別的變化，可以看作是發動那些悶痛的。

先記取這個條件，末梢部的變化定須充分，我們再考察斷食的胃的狀態，看饑餓的時候是否真有特殊的變化贊助饑餓的局部的末梢起源說。

饑餓不是起於胃的空虛

謂饑餓起於末梢部的各說中，有一個說他起於胃的空虛。尼考萊(Nicolai)¹⁹用胃管發現被實驗者初覺餓時胃是十分空虛的。但在別些時候，把胃洗過以後，過一點半至三點半鐘的時間不覺饑餓。這些時候胃一定是空的，但是不覺饑餓。這個證據包猛(Beaumont)²⁰早就說過，據研究聖馬丁(Alexis St. Martin)的結果，他說食物出了胃某個時間以後可以覺饑。所以僅是胃的空虛不能說明饑餓的現象。

饑餓不是起於空胃裏的鹽酸

第二個說根據考察鹽酸過旺(hyperacidity)的病人的結果，謂饑餓的悶痛是空胃中分泌出天然的鹽酸所致。不過事實是反對這話的。尼考萊²¹說他所研究的餓人的胃水(gastric wash-water)是中和的或只微帶酸性。這事證實包

猛的話，並且和許多學者檢查斷食的動物的胃的結果完全相合。斷食的頭幾天空胃裏不分泌鹽酸。此外，胃無鹽酸的患人（胃液缺乏症 *achylia gastrica*）說他們也有通常的餓覺。所以鹽酸也是不能說明饑餓的了。

饑餓不是起於胃黏膜(*gastric mucous membrane*)的腫脹

包猛²²又創別一個學說，謂饑餓起於胃腺(*gastric glands*)的腫脹。繼續斷食，饑餓就歸消滅，說是因為胃腺全身耗損，腫脹遂得平復的原故*。近來有些學者也主張這個腫脹說。魯查尼²³承受這個學說，又加上一個意思，說黏膜上的神經特能感覺養分的貧乏，他以此說明饑餓的悶痛。幾年前瓦倫緝(*Valenti*)²⁴也說包猛的腫脹說是惟一的近理的學說。不過這兩研究家的實驗不必是贊助腫脹說的。魯查尼剝出迷走神經施以高根麻醉(*cocainization*)，然後切斷他們，瓦倫緝則僅將神經行高根麻醉；所實驗的狗未行手術以前幾分鐘，見了食物，熱切地嗅，現在還是照舊地亂跑，但是給了食物只去舐他，聞他，而不真嗅。完全不注意食物的時期可長至兩點鐘。迷走神經實在像是傳導影響狗的進食的神經衝動，但沒有明白的證據說那些衝動是起於胃腺細胞

* 包迪來夫(*Boldireff*)的發現給這個一個更好的解釋，斷食兩三天以後，他發現餓狗的胃開始分泌胃液，並且繼續分泌下去。

(*Boldireff, Archives Biologiques de St. Petersburg, 1905, XI, p. 98.*)

的腫脹。此外，腫脹說不能解釋嚥下不能消化的東西的效果。據巴夫勞甫 (Pawlow) 和其他研究人類的學者的結果，咀嚼和嚥下不起食慾的東西不能引起胃液分泌(參看第一章，第二節，第六段)。但嚥下這種東西以後，能夠消除饑餓；尼考萊發現僅僅插入一個探胃針(stomach sound)就能使饑餓消滅。要說這兩項辦法能平復胃腺的腫脹，那是太不近理的。再者，腫脹說也不能解釋饑餓迅速的襲來和他的間歇性與週期性。要說胃腺細胞在幾秒鐘裏脹而復縮，這簡直是不能想像的。有這些原因，所以謂饑餓起於胃黏膜的腫脹的說是可以安然拋棄的了。

饑餓是胃壁等處收縮的結果

現在要討論胃壁和營養管其他部分的收縮是饑餓可能的起因了。這個說法不是纔有的。六十九年前韋伯爾 (Weber)²⁵就說“全空的胃的筋肉纖維作強力的收縮，以致胃腔亡失，這引起我們叫作饑餓的感覺的一部”。二十五年後菲饒締 (Vierordt)²⁶也作同樣的推斷，以後愛華德 (Ewald)，克納波 (Knapp) 和赫爾茲 (Hertz) 都贊同這個學說。雖然赫爾茲曾引包迪萊夫觀察餓狗的結果，以說明他所謂“饑覺的胃部成分”，這些學者都沒有給他們的結論列出直接的證據來。

空胃和空腸的收縮

常拿來反駁胃壁收縮說的證據是說胃當空時不作有力的活動。施富²⁷說“空胃的收縮極少；且遠不如消化時有力量”。魯查尼²⁸也不相信此說，他說胃當消化時的運動比在別的時候都活潑得多。胃中排出食物以後，就差不多完全沒有運動了。瓦倫緬²⁹也說（一九一〇年）“我們確知胃中消化食物時胃的運動增強，但在空的時候運動就極少，力量也小得多”，所以他們不能說明饑餓的起源。

反駁這些假想的證據，已有了許多年了。一八九九年柏特曼 (Bettmann)³⁰ 見到絕食幾天以後胃的收縮狀態。一九〇二年伍爾甫 (Wolff)³¹ 報告四十八點鐘沒有食物以後貓胃可以變得這樣小，看來好像稍微膨大的十二指腸。在同樣情形我也曾見貓胃格外地萎小，尤其是幽門那一半。解剖學家西斯 (His)³² 也曾記載他對於這個現象的觀察。一九〇五年包迪萊夫³³ 證明胃腸管的全部當不消化食物時，有週期性的活動。每個活動期延續二十至三十分鐘，胃部每期有十至二十節拍的收縮。包迪萊夫說這些收縮比消化食物時可以更強，他所發表的記錄是明白贊助這話的。收縮週期的發現中間所隔的停息時間，從一點半至兩點半鐘。更可注意的是包迪萊夫這個發現：斷食若連續兩三天，各期收縮所隔的時間逐漸延長，而收縮延續的時間逐漸促短，等胃腺繼續分泌起來，一切運動就都停止了。

暗示收縮引起饑餓的觀察

包迪萊夫的文章發表的時候，我正研究消化過程引起的節拍的聲音。營養管對着管內的氣體收縮或可說明饑餓的起源：在那個時候這個推測似乎不錯，有了包迪萊夫的觀察更覺近實了。包迪萊夫³⁴實也用管壁的活動去講饑餓，但只是說饑餓或可“喚起”那些活動；工夫久了，這些活動的力量和常度(frequency)都有減縮，在他的意思，他們是應該越發有力的，因此他不再主張這些現象間有任何的關係。包迪萊夫沒有錯解了他的觀察麼？他考量饑餓是否可以引起收縮的時候，他沒有忽略了收縮可起饑餓的可能麼？有多項事實使我們斷定包迪萊夫實在未能見到他的結果一部分的意義。例如，我曾有個經驗，胃內的氣咕嚕着從賁門逸出後，饑餓的悶痛隨即消失。空氣是上行而非下行，這由聽得咕嚕聲後立即反噴出來可以證明。從胃中擠出空氣的壓迫大概就是在先的餓覺的起因。嚥些津液或一匙水，也能把饑餓暫時消滅幾秒鐘。胃若正作饑時強力的收縮，這個結果可按利波(Lieb)和我作的實驗³⁵給以說明——因為嚥下的動作禁制了胃等的收縮。我們開始進食以後，饑餓隨即停止，也可以這樣說明，因為重複的嚥下得出久續的制止*。此外，杜塞西(Ducceschi)的發現³⁶，鹽酸減煞胃臟幽門

* 布士的患人吃東西時饑餓消滅(參看本章第四節, 2)也可以這樣說明。

部的節調(tonus),也可以用在這裏;喫東西時鹽酸就分泌出來,使收縮最強的部分弛緩下去。

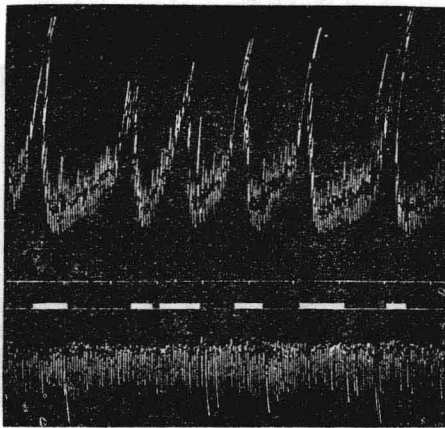
人類中收縮和饑餓的伴起

上述的證據雖使我相信饑餓起於營養管的收縮,不過直接的證明還是沒有的。要知道這個證明是否可以得出起見,華石渤恩(Washburn)決意在他的食道裏通過一個橡皮管,先使自己慣熟這個裝置*。華石渤恩在幾個星期裏差不多每一天都把一個小管引到胃裏,管的下端附有軟橡皮球,直徑約有八厘,這個管每次約帶兩,三點鐘。有了這個初步的經驗以後,把小管引入和久在食道及胃內並不覺得難受。作記錄的時候,把恰到胃裏的小球,輕輕用氣吹脹,接以水氣壓計(water manometer)他終於寬 3.5 厘的圓柱腔室。室內水上有個浮記器(float recorder)可以把胃底任何的收縮都記錄出來。實驗的那一天華石渤恩不喫早餐或稍喫些;不喫午餐,約在午後兩點鐘到實驗室裏。記錄的器械照上述的樣子安排起來。爲免除小球受不自然的壓迫而致錯誤起見,在肋骨下縛一呼吸圖記器(pneumograph),以記錄腹壁的運動。這些運動的勻一就表示腹筋沒有作特殊的收縮。在胃壓和腹壁運動二項記錄中間作一個時間線,單

* 尼考來(見前)說給他的病人用上胃管(stomach tube)起初雖消除他們的饑餓,屢次引用以後,就沒有什麼妨礙了。

位爲分數；又有一個電磁標記器(electromagnetic signal)畫一直線，按壓電鍵可以改變線的形狀。這一切的記錄裝置華石勃恩都看不見；他坐着，一個手撫在腿上，覺着餓時就按鍵打通電流，移動標記器。

我們的實驗，有些時候，在未覺任何饑餓以前，就開始舉行；別些時候教饑餓進行一程，轉覺疲乏以後，纔作實驗。在這兩種情形胃是不收縮的。但當華石勃恩報告覺餓的時候，胃壁強力的收縮照例就記下來。也像我先前自己的經驗，饑餓的感覺有週期的重現，中隔停歇的時期，或成連續的悶痛而有週期的加強。華石勃恩內觀饑餓的記錄和胃壁

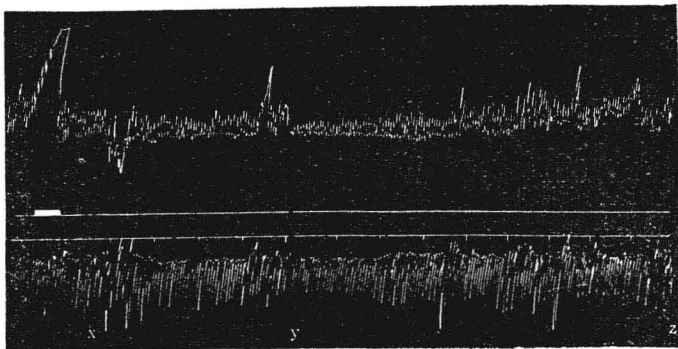


第三十七圖。——原大的一半。頂上的記錄表明胃內的壓迫(小的起伏由於呼吸,大的起伏由於胃的收縮)；第二個記錄是時間錄,單位爲分(十分鐘)；第三個記錄是華石勃恩覺饑的報告；底下的記錄是由腹部周圍的呼吸圖記器記出的呼吸。

收縮的記錄，緊相符契。不過饑餓的記錄開始以前，收縮的記錄差不多照例幾到最高點(參看第三十七圖)。

這件事實可以看作是證明收縮先於饑覺，不是饑覺先於收縮，如包迪萊夫所想像的。收縮延續的時間約是半分鐘，當中的間隔是三十至九十秒，平均約一分鐘。在二十分鐘裏，華石渤恩胃內壓迫的加強是十一至十三次；我以前曾計算過我自己在這個時間裏餓的悶痛共起十一次。所以我們兩人的率是幾乎一樣的。這個率比包迪萊夫得於狗的稍較慢些；人胃的蠕動(peristalsis)的節拍比狗的慢，饑覺的率的不同和這個或者是相連的³⁷。

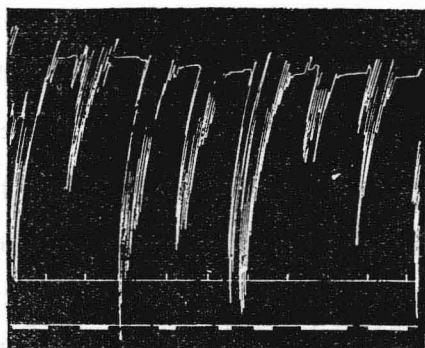
華石渤恩未覺饑餓以前記錄器永不作出胃壁收縮的



第三十八圖。——原大的一半。各項記錄的位置和第三十七圖一樣。(十五分鐘。) 等饑餓消滅費了好久的工夫。x以後華石渤恩報告他“疲倦而不饑餓”。y到z的記錄是在別個烟鼓上接著x到y的。

線迹。有些時候收縮發現以前要苦等許久。收縮開始以後，繼續收縮一時，於是停止(參看第三十八圖)。收縮重現時報告的餓覺波動平息時就歸消滅。受試者自己不能支配胃壁的收縮，這免除了他們是偽品或起於暗示的可能。所以胃壁的收縮和饑餓的悶痛緊相伴隨，這明示收縮是那些悶痛的真正起因。

包迪萊夫的研究證明空胃表現週期的收縮時腸也發生活動。我們可以推想營養管成自平滑筋的一切部分都是都參加這些運動的。人的食道下部成自平滑筋。決定華石渤恩饑餓的時候，這一部分是否活動是辦得到的。



第三十九圖。——原大的一半。頂上的記錄是在食道下部的薄橡皮囊的壓縮。囊裏的氣壓是從9到13厘米水。記錄器的圓柱比用以記錄胃壁收縮的直徑小些。食道的收縮能這樣擠壓氣囊，在大波線的頂端呼吸就記不下來。線迹下到時間線上的時候氣球差不多是半脹的。中間一線記錄分數的時間(十分鐘)。底下的記錄是華石渤恩饑餓的報告。

把一個薄橡皮指套(finger-cot)(長二釐)附於食道橡皮管上,送入胃裏。把空氣打入這小橡皮囊裏使他脹起,然後捏緊橡皮管,保持小囊的膨脹,把橡皮管輕輕上提,直到覺有阻礙。於是放出囊裏的氣,把橡皮管再上提三釐。然後把空氣打入囊裏,使有十釐水的氣壓。這個時候吸息使標記氣壓變化的記錄槓杆(writing lever)上起;再把橡皮管微向上提,就把吸息時上起變為下落。所以小囊先前一個位置是在胃腔以上,橫隔膜以下。在這個地位小囊藉浮記器腔室直徑是2.3釐)記出第三十九圖週期的起伏。這些收縮雖較胃壁的收縮長些,而出現的速率是幾乎一樣的。

一九一二年華石渤恩和我發表饑餓的研究以後,詩家谷大學(Chicago University)迦爾遜教授(Prof. Carlson)也從事研究這個問題,他研究一個有永久胃管(permanent gastric fistula)的人,又研究他自己和與他同作探討的人,他充分證實了我們得的營養管的收縮和饑餓感覺間的關係。迦爾遜和他的學生們³⁸前後發表了差不多二十篇論文,關於“空”胃的生理教我們長了許多知識。胃不只有華石渤恩和我所見的那些收縮,有時他們也可融成胃筋連續的痙攣。此外,切斷供應胃臟的迷走神經以後,特殊的收縮仍繼續發現,所以胃的收縮並無待於由腦部自動纖維傳來的衝動。近來魯克哈締(Luckhardt)和迦爾遜又證明把斷食的動物的血注射到常態的動物的靜脈裏,能使後者的胃筋起上述的痙

攣狀態——注射營養充足的動物的血就沒有這個效果。血液裏邊似乎“可有”一種物質，能發動胃的饑餓機制。不過這一點還待研究。

有了這些證明，收縮是饑餓的直接原因，別的解释所遇的難點在這裏都不成問題。饑餓的迅速襲來和他那特殊的週期性——別的學說都不能說明這些現象——於此立刻得了明白的解释。

患熱病，身體的元質消耗最快的時候，不覺饑餓。據莫爾菲(F. T. Murphy)和我³⁸作的實驗，饑餓何以沒有可以明白——患傳染病時，於各樣症狀以外，同時營養管一切的運動完全停止。包迪萊夫發現他的狗疲倦時節拍的收縮就不能出現。“累得喫不下去”這句話於此得了合理的解释。

一種病態的饑餓——某些神經病者過度的餓(無厭症 bulimia)——是和這些人營養管的節調衝動(tonic innervation)的錯亂相連的。

饑餓的時候，胃壁以外食道下端既然也起收縮，施富所問的蠢漢們指饑餓在胸骨部，那是很自然的了。割除胃臟或有些人胃裏食物飽滿時仍能感覺饑餓，這也可拿食道下端的活動來說明。腸的收縮大概也引起模糊的感覺。布士敘述的有十二指腸管的患人，他那變式的餓覺的消滅或是因為乳糜注入腸內以後腸的收縮就減煞了的緣故。

這裏所講的觀察和包迪萊夫研究斷食的狗營養管的

週期活動的結果⁴⁰有許多相似的點。他發現每個活動期裏不只消化管有廣遠的收縮，富有酵精（ferments）的膽汁，胰汁和腸汁也湧出來。這些時候胃液還不分泌；當他分泌出來且流到腸裏以後，週期的活動就停止了。這簇繁複的變化究有什麼意義？我曾證明⁴¹胃的蠕動是胃筋作節調的收縮時繼續弛張所致。饑餓的時候胃筋實是作強力的收縮——就是，在高的節調——上邊已經證明*。那麼，喚起饑餓，引機體進食的條件就是嚥下的食物鼓張緊縮的筋肉時，立刻發起胃的蠕動的條件。在這裏浩岱克（Haudek）和斯提格勒（Stigler）⁴²的實驗大概是很重要的。他們發現餓時進食比在他時進食，胃臟排出他的消化物比較更快。換句話說，饑餓通常是表示胃臟收縮，準備活動的符徵；饑餓的不快之感引機體進食；進食發動胃的消化，且消煞饑餓的感覺。這時候胰汁，腸汁及膽汁都在十二指腸，準備應付要來的乳糜。所以斷食的時候，營養管的週期活動不只是饑餓的起原，同時又是表示消化器官準備立刻調治饑餓的動物嚥下的食物。

* “空的”胃和食道貯有空氣（參看 Hertz: Quarterly Journal of Medicine, 1910, III, p. 378; Mikulicz: Mittheilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie, 1903, XII, p. 596）。他們對着腔內的空氣節調地緊縮時自然地表示出節拍的收縮來。

參 考 書

1. Cannon: *The Mechanical Factors of Digestion*, London and New York, 1911, p. 204.
2. Bardier: *Richet's Dictionnaire de Physiologie*, "Faim" 一條, 1904, VI, p. 1. 再看 Howell: *Text-book of Physiology*, 4th edition, Philadelphia and London, 1911, p. 285.
3. Sternberg: *Zentralblatt für Physiologie*, 1909, XXII, p. 653. 一八一六年巴義爾 (Bayle) 在巴黎大學醫學教授會提出的論文表白相似的見解。
4. Hertz: *The Sensibility of the Alimentary Canal*, London, 1911, p. 38.
5. Schiff: *Physiologie de la Digestion*, Florence and Turin, 1867, p. 40.
6. Luciani: *Das Hungern*, Hamburg and Leipzig, 1890, p. 113.
7. Tigerstedt: *Nagel's Handbuch de Physiologie*, Berlin, 1909, I, p. 376.
8. Johnson, Landergren, Sondon and Tigerstedt: *Skandinavisches Archiv für Physiologie*, 1897, VII, p. 33.
9. Carrington: *Vitality, Fasting and Nutrition*, New York, 1908, p. 555.
10. Viterbi: Bardier 所引: 見前, p. 7.
11. Busch: *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie*

- und für klinische Medicin, 1858, XIV, p. 147.
12. Schiff: 見前, p. 37; Ducceschi: Archivio di Fisiologia, 1910, VIII, p. 579.
 13. Longet: Traité de Physiologie, Paris, 1868, I, p. 23.
 14. Ludwig: Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Leipzig and Heidelberg, 1858, II, p. 584.
 15. Maxwell: Journal of Biological Chemistry, 1906-7, II, p. 194.
 16. Schiff: 見前, p. 49.
 17. Schiff: 見前, p. 31; Bardier: 見前, p. 16.
 18. Head: Brain, 1893, XVI, p. 1; 1901, XXIV, p. 345.
 19. Nicolai: Ueber die Entstehung des Hungergefühls, 受職論文 (Inaugural Dissertation), Berlin, 1892, p. 17.
 20. Beaumont: The Physiology of Digestion, second edition, Burlington, 1847, p. 51.
 21. Nicolai: 見前, p. 15.
 22. Beaumont: 見前, p. 55.
 23. Luciani: Archivio di Fisiologia, 1906, III, p. 54. Tiedemann 早就說過繼續斷食時胃神經變得逐漸靈敏. (Physiologie des Menschen, Darmstadt, 1836, III, p. 22.)
 24. Valenti: Archives Italiennes de Biologie, 1910, LIII, p. 94.
 25. Weber: Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, 1846, III², p. 580.

26. Vierordt: Grundriss der Physiologie, Tübingen, 1871, p. 433.
27. Schiff: 見前, p. 33.
28. Luciani: 見前, p. 542.
29. Valenti: 見前, p. 95.
30. Bettmann: Philadelphia Monthly Medical Journal, 1899, I,
p. 133.
31. Wolff: 論文 (Dissertation), Giessen, 1902, p. 9.
32. His: Archiv für Anatomie, 1903, p. 345.
33. Boldireff: 見前, p. 1.
34. Boldireff: 見前, p. 96.
35. Cannon and Lieb: American Journal of Physiology, 1911,
XXIX, p. 267
36. Ducceschi: Archivio per la Scienze Mediche, 197, XXI, p. 154.
37. Cannon: American Journal of Physiology, 1903, VIII, p. 21;
1905, XIV, p. 344.
38. American Journal of Physiology, 1913, 1914.
39. Cannon and Murphy: Journal of the American Medical
Association, 1907, XLIX, p. 840.
40. Boldireff: 見前, pp. 108-111.
41. Cannon: American Journal of Physiology, 1911, XXIX,
p. 250.
42. Handek and Stigler: Archiv für die Gesamte Physiologie,

1910, CXXXIII, p. 159.

本書出版以後研究饑餓的大著作是 A. J. Carlson: *The Control of Hunger in Health and Disease*, Chicago, 1916 (譯者).

第十四章

各種情緒間的關係

各種情緒的表現是藉自動神經系 (Autonomic nervous system) 的神經原傳出衝動。讀者知道,這一系共有三部——腦部,薦骨部,中間介以交感部——並且在任何器官中的神經原若遇着其他任何一部的神經原,這兩組神經的作用就是敵對的。以前講過(第二章,第八節,第二段),現在有些證據說中樞神經系有些機制,使這些敵對的部分作相反的神經活動,恰像敵對的骨骼筋間的情形。這三部分的活動表出的特殊的情感狀態第二章已有說明。這些狀態在中樞的神經原方面一定有相當的變化——活動與禁制。現在問題發生了:起於相反的部分的情感狀態也是相反的麼?

表現於自動系交感部的情緒和表現於腦

部的情緒的敵對

我們講過,腦部自動神經的職能是儲積後備,健強身體,以防急需。心理方面伴隨這些功能的是感覺食物的形色,

滋味和氣味的愉快。情緒發生，交感部開始活動時，這些喫喝的愉快和愉快在生理上所有的影響都被消除。人和動物一樣，一有疼痛，恐懼，忿怒或別的強烈興奮，唾液，胃液，胰汁和膽汁的分泌，以及胃和腸的運動就立時停止。

消化過程上這些騷亂，除非講到他們在適應的反應上可有的作用，似乎僅是消化的“常程”的阻斷。以前講交感部的活動時我曾指出強烈的情緒狀態——如恐懼和暴怒——所有的身體變化都是交感部活動的結果，並且在這些時候易有的生存競爭上極有效用。從這個見地來看，激奮時迅速把持，支配平時為腦部自動神經所節制的器官的這些生理的騷亂都是緊急關頭對於生命極為重要的身體反應。身體的後備——儲存的副腎精和糖——立時提來以救急用；血液從內臟移到或要擔任掙扎的神經和筋肉；心搏加快，促速血液的循環；消化器官的活動暫時停止。恰像兩國間有了戰爭，平時致富，享樂的工業，藝術此時大受忽視或全被丟開，平時一切的積蓄和能力都拿來用於眼下的決鬪；機體也是這樣，平時營造，資助身體後備的各項功能在危急時機就立刻遏止或完全停歇，把這些後備大量提來，以增進攻擊，抵禦或逃跑的力量*。

* 若沒有事情要作而讓恐懼，窘擾，和焦急攪亂自己的消化過程，是於沒有“仗”要打，沒有角鬪或掙扎要作時而使身體入於“戰爭狀態”。

所以就是體內這兩種過程間自然的敵對——貯蓄和耗費，準備和應用，同化(anabolism)和異化(catabolism)——和相當的中樞的神經活動的敵對伏在通常伴隨這些過程的情緒狀態的反對下邊。一起忿怒或焦急，進食的欲望，進食的愉快和席上一切的歡樂都歸烏有。這兩種情緒狀態中，起於自動系占勝的部分的也盤據意識界。

表現於自動系交感部的情緒和表現於薦骨部的情緒的敵對

興奮神經(nervi erigentes)是薦骨部自動神經的一部，性慾的奮發由於表現。以前說過，這些神經又有交感部——主要的情緒發作時這一部分起特殊的活動——分來的神經枝來對抗他。

常態的人中起於這兩個敵對部分的情緒狀態的反對是極驚奇的。低等動物即如鳥類，“非等情境和情感的一切條件都完備了，等時候，地方，對手都合適”，¹他們不作交尾的動作。在人類中，恐懼，暫時的焦急或任何強烈的情緒都能制止性慾的活動，富有經驗的醫士都能舉好多事例證實這話。普倫斯(Prince)²曾這樣說，“一有衝突；性慾的本能即被壓伏，這是日常生活中這類的經驗最明著的一個。恐懼或忿怒時這個本能不能發動，即在發作的時候，若有別個強大情緒襲來，性慾的本能立被遏制。在這個時候，和別的本

能一樣，即是通常的刺激物也引不起本能的活動來”。

性慾亢進將近極點的時候交感部大概也起活動；實在，這個過程的完結——貯精囊(seminal vesicles)和攝護腺(prostate)的收縮，膨脹的組織的消萎，都受交感纖維的衝動的支配(參看第二章，第六節)——大概就因交感部神經衝動壓伏薦骨部神經衝動的緣故。到了這一級原來的情感也就隨着消滅了。

薦骨部供應膀胱和直腸的其他枝節在通常的反射活動上差不多沒有任何情緒的色彩，不必連同情緒的敵對去講他們。和緩的情感狀態，如窘擾和焦急，一定能禁制結腸(colon)的活動，以致大便密結。³ 當交感部大起活動，情緒的激奮極劇烈時，這些部分也作強大的活動(膀胱和直腸的收縮)，很是一個難解的問題。大概這些時候中樞的機制的規整性已被推翻，就如受了痙攣毒物(tetanus toxin)或木鱉精(strychnine)毒所有的現象，相反的衝動不復交代發射，而同時出動，就中較強的一個占勝。交感神經發生活動，如駭怖時，膀胱和下行結腸的薦骨部神經的活動和強勝現在我只能根據這個作個說明。

饑 餓 的 作 用

若用幾個字概括自動系每一部分的主要功能，我們可以說腦部是身體的實質的營造者和儲積者；薦骨部是族類

的延續者，交感部是個體的保全者。自保是首要的事；族類的延續全仰賴他，為保全個體機體一切的能力都提來應用。在器官上交感神經若遇着腦部和薦骨部的神經，他們例要壓伏其他二部的活動。表現於交感部，照例強於表現於其他部分的情緒狀態在意識中也獨占優勢。

交感部廣遠的活動壓伏腦部有助消化，營養的作用，結果可敗壞自己的職能，這是很顯然的。為以抵禦或攻擊保全自己而遏止營養的過程，這只可行於一時；遏止若久續起來，儲能耗損不能補償，對於體力可有嚴重的危險。不過，身體不是必要等失掉的食慾回來，纔去彌補虧耗，表示需要食物更有個頑抗的方法——就是由饑餓作反復的要求。

饑餓和許多別的節拍地出現的感覺不同，他不是人人慣習，且因其單調而忽略的感覺。有名的政治冒險家特倫克男爵 (Baron von Trenck)⁴ 監在馬格德堡 (Magdeburg) 的城寨時，每天只給他一磅半軍用麵包和一瓶清水。他的自敘裏說，“我描寫不出在十一個月裏我所受的焦餓的苦楚。那時每天喫下六磅麵包也算不難，每二十四點鐘喫下我那一點東西以後，我仍和未喫以前同樣地餓，但只得再等二十四點鐘纔又得那一點東西。……餓得我不能睡眠，眼望將來，我的命運的慘酷像是與日俱進，因為我想這樣的焦餓延續下去是決受不了的。願上帝保佑無罪的人，不使受這樣的苦痛！這種苦楚就是最刁頑的惡棍也受不下去。有些曾斷

食三天，或一、二星期沒有東西喫，但除我自己以外決沒有人受極度的餓至十一月之久；有人假想，少喫東西日久可成習慣，但是我所經驗的與此相反。我的饑餓是逐日加強的，在我一生經歷的苦難中，這十一個月算是最苦了”^{*}。

有強大情緒時，進食雖可中止，身體的儲能盡量出動，不過機體這個自保的適應是有限制的，饑餓要應時發動，急切地要求償補體內的虧耗。

不同的強大情緒中內臟變化的近似和

這個現象在心理上的意義

表現在自動系交感部的強大情緒是恐懼和忿怒。這兩個情緒不是不相似的。詹姆士(James)⁵說“恐懼是著引起兇暴的同樣東西所引起的反應。……我們畏懼，同時也願意殺死能殺我們的東西；這兩個衝動那一個發現通常取決於當時某個‘附隨的情況’，為這個情況所激動是智力優越的表徵”。因懼奔逃，終至絕路的動物，他的恐懼可以忽然變為暴怒，奔逃轉為爭鬪，於此表出拚命的力量來。

此外，許多別的和緩的情感狀態可以忽然轉成這些強

* 特倫克長久覺餓大概因為他屢次吃那太少的一點，不能滿足身體需要的東西的緣故。已前講過，有些人在一個時期不吃任何東西，他們說三、四天以後苦痛的感覺就輕減或完全沒有了(參看第八章，第四節，第三段)。

大的情緒。馬度孤 (McDougall)⁶ 說，一切本能的衝動當遇著敵對或障礙的時候，就引起對付障礙的爭鬪衝動，或為這個衝動所加復。搶奪狗的食物，他要豎毛裂齒以示抵抗；阻擋雄狗滿足性慾，他就要兇猛地爭鬪；損壞一人的名譽，他就忘掉禮教的束縛而準備動武；慈藹的母親見人故意傷害她的孩兒，她就立起報復，兇猛地表現爭鬪的本性。在這些本能動作受障礙或攪擾的時候，伴隨的情緒狀態——如進食的愉快，和性慾的滿足，自尊的情感，母親的慈愛——倏然轉為忿怒。一個人或動物發怒容易使當時敵對的感情所對向的那一個人或動物也忿怒或恐懼起來。忿怒是極利於施展體力的情緒，恐懼常是他的反面。

伴隨恐懼和忿怒的內臟變化是神經衝動由交感神經原發出的結果。我們講過，這些神經原所發生的效果是瀰散的，不是限定的。說到這兩個絕異的情緒，現今生理上的證據表示內臟變化上的不同*是極小的——例如恐懼和忿怒都停止胃液的分泌(參看第一章，第三節)。實在，有明顯的理由為什麼恐懼和忿怒的內臟變化“沒有差異”，在積極方

* 明顯的脈管上的不同，如面色蒼白或紅漲，是不重要的。

因血管收縮血壓增高時，面部的收縮神經活動的結果可使面色蒼白，也或因某一部分——例如腹部——的收縮神經把血壓昇得過高，制伏面部收縮神經的作用，於是面色遂至紅漲。這似是已經講的副腎精的作用(參看第七章，末一節，第二段)。紅漲也可

面,更有理由爲什麼他們要“相同”。我們已經說過,這些情緒伴隨動作的準備,因爲引起這些情緒的情境容易使機體逃跑或爭鬪(每一樣都使機體作最大的奮力),所以作那一樣反應身體的需要恰是一樣的。

以前討論交感部的作用時我曾說過,這一部分不只在恐懼和忿怒時發生作用,感疼痛時他也活動。通常很爲和緩的情緒——如歡忭(joy),悲愁(sorrow)和憎惡(disgust)——到了充分強的時候,這一部分的機制也全部或部分地活動起來。有這些情緒狀態時消化的進程可以完全停止或大受攪亂。

達爾文⁷曾述說一個少年聽說他自己得了一項財產,面色先變蒼白,既而大樂,作了許多快活的表情以後,把胃裏半消化的食物都嘔出來。米勒(Müller)⁸曾記述一個少婦的事,她的情人破除了已訂的婚約。她悲哭了幾天,在這個時期嘔出喫下的任何東西。卜爾頓(Burton)⁹在他那憂鬱的解剖(Anatomy of Melancholy)裏曾舉一個憎惡的影響的實例:“同城住的一個貴婦,看見了一個開剝的肥豬,剖開臟器時惡臭觸鼻,她感到深切的厭惡,不再在那裏了;當時有個醫

起於局部的脈管膨脹。極不相同的情緒狀態可伴有同樣的脈管變化,這個現象達爾文(Darwin)已經見到(The Expression of Emotions in Man and Animals, New York, 1905),他例舉忿怒的蒼白(P.74)和駭懼的蒼白(P.77)。

士告她說，她也和那豬一樣，肚裏滿盛着污穢的臭糞，又舉些別的不堪的事例以加強這個印象，這位貴婦感印得太深切了，結果嘔了一口，從此身心不舒，幾個月裏這醫士用盡他的技術和勸導，終不能使她恢復原狀，無論如何她總忘不掉，揮不去那臭惡的東西”。

在這三個事例中——強烈的歡忭，悲愁和憎惡——自動系腦部的勢力被壓下去，消化停止，由有紋筋的反射動作胃內停滯的食物遂猛嘔出來。在這些時候，交感衝動其他的效果可以表現到什麼程度，據我知道的說，現今還沒有確定。

從上述的事實看來，中樞神經系裏任何高度的激奮，不論感爲忿怒，恐懼，疼痛，焦急，歡忭，憂傷，或憎惡，好像都容易闖過交感部的閾限，攪亂這一部分所支配的一切器官的作用。這些絕異的情緒都能敏捷地表現在這一部分，這很可有一項好處，因爲，我們講過（參看本章，本節，第二段），當時某些情境可以發生，使這些和緩的情緒倏然轉成強烈的（如駭懼和暴怒），後者通常是發動交感部的；緩和的情緒若也能激動這一部分，那麼，情緒的轉變的生理方面算已部分地作好了。

各樣的強大情緒若都能表現在自動系單一部分——加速心臟活動，禁制胃腸運動，收縮血管，森豎毛髮，放出糖分，分泌副腎精的交感部——的瀰散動作中，那麼某些心理學家假定所以劃分各種情緒的身體狀態，似須求之於內臟以

外了。我們不是“因啼泣而悲傷”，像詹姆士所主張的，我們啼泣是因為當我們悲傷，過喜，劇怒或有極度的慈愛時——這些不同的情緒狀態任何一個發現時——就有神經衝動沿交感的通路發到各種臟器上邊，淚腺也在其內。例如驚駭，忿怒和高興的時候，內臟的反應似乎太一律了，難作劃分這些主觀性質極不相同的——至少在人類——情緒的充分媒介。因此我以為內臟的變化對於一個情緒的複合(emotional complex)所助給的東西只是某些器官中模糊而適切的騷亂的感覺(feelings of disturbance)，我們是不常意識他們的。

各種情緒示差的特點不能求之於內臟，這個見解恰合施靈頓(Sherrington)¹⁰實驗的結果，他切斷狗的迷走神經和脊髓，使一切主要臟器和大部分骨骼筋與大腦斷絕一切關係，結果狗仍表現情緒的反應。這些動物在相當的時機表現忿怒，歡欣或恐懼的聲音和體態，和常時沒有任何變異。人可說這些表情是早先發自受刺激的內臟的求心衝動所成立的，但是生後九個星期的小狗，除頭肩二部外，大腦和全身都失連絡以後，他也照舊表現情緒激發的表徵。所以內臟的反應的一律和隔除內臟的證據在說明情緒狀態差別的根源上都小視內臟的分子*。

* 自動系的求心纖維很少；內臟的感覺性大概也極低(關於此項證據參看 Cannon: The Mechanical Factors of Digestion, London, 1911, P.202), 這兩件事實也贊助這個結論。

這些不同若由於內臟變化以外的原因，那麼，我們為什麼不常能隨意引起情緒呢？我們能笑，能哭，能戰慄。但強笑並不愉快，強哭亦不悲哀，因冷戰慄也引不起忿怒或恐懼。筋肉的活動和緊張是有的，但經驗這些身體變化並不像是引起我們的情緒。故意做作某種態度似是把“情感”丟去了。大概我們所能做作的態度沒有對於動情的情境所作的完全反應中那一切的成分。這根本因為自然的反應是一個“模式的反應”(pattern reaction)類似低等的，生來的反射——如噴嚏——於此神經衝動由中樞系中特別合作的神經原簇倏然地，突兀地，做作不得地發出去，使骨骼筋作特殊的態度，若充分地強，又由瀰散的洩路突出，引起戰慄和內臟的騷亂。在不同的情緒中面部和身體自動地作特殊的表情，這指示這幾樣情緒狀態中各有特殊的神經原簇作放射衝動的活動。若有相當的“情境”——實在的或假想的——這些反應立時出現，足見他們是深印於神經組織中的。至少有一個這樣的模式反應——忿怒的反應——割去大腦半球(cerebral hemispheres)以後仍能發現——用手擺弄失掉大腦皮層的狗，他嗥叫，齧咬，表現怒的形像¹¹；若猛烈刺激割去大腦的貓，他收縮唇和舌，兩眼圓瞪，瞳孔擴大，號叫，撓抓¹²。但是輕拍無大腦皮層的狗，呼哨，輕聲叫他，使作快活的態度，或高聲喊叫使他驚駭，都得出歡忭，親愛或恐懼的任何表徵來；這樣的狗也不表現性慾的情感。這些情緒無有身體

的表徵和恐懼有這些表徵是同樣重要的。恐懼的表情失去大腦皮層以後，既然仍能存在，其他情緒的表現運動，如果他們的“機制”在皮質部以下，沒有什麼不存在的理由。然而他們實不存在，這暗示他們的活動所需要的神經原的組織比忿怒更要繁複——大概他們的機制關係皮質部或兼關係皮質部與基部神經節(basal ganglia)。

內臟和中樞神經系仍有連絡而大腦失去的貓，他的“假情感反應”(pseudo-affective reactions)存在的時間很短；軀體和腦部沒有連絡的狗，他的表情久暫如常：施靈頓用這個事實以衡量情緒中內臟和其他原素的重要。以上我給出的事實和施靈頓所得的證據都贊助這個見解：一個情緒的複合中，特在助給立差的特點上，內臟是比較不重要的。

參 考 書

1. James: Principles of Psychology, New York, 1905, i, p. 22.
2. Prince: The Unconscious, New York, 1914, p. 456.
3. Hertz: Constipation and Allied Intestinal Disorders, London, 1909, p. 81.
4. Trenck: Merkwürdige Lebensgeschichte, Berlin, 1787, p. 195.
5. James: 見前, p. 415.
6. McDougall: Introduction to Social Psychology, London, 1908, p. 72.

7. Darwin: *The Expression of Emotions in Man and Animals*, New York, 1905, p. 76.
8. Müller: *Deutsches Archiv für klinische Medizin*, 1907, LXXXIX, p. 434.
9. Burton: *The Anatomy of Melancholy* (1621 初版), London, 1886, p. 443.
10. Sherrington: *Proceedings of the Royal Society*, 1900, LXVI, p. 397.
11. Goltz: *Archiv für die gesammte Physiologie*, 1892. LI, p. 577.
12. Woodworth and Sherrington: *Journal of Physiology*, 1904, XXXI, p. 234.

第十五章

戰鬪的情緒之變式的滿足

差不多一切的感情到了極強的時候所有的內臟反應都是一樣的；這些時候，這些反應和忿怒的爭鬪情緒與其反面，恐懼的內臟反應正好相同；於是情緒間有了轉變和替換的可能。人類的活動中特是如此。人類既由機巧的，破壞的方式在戰爭上表現這些情感，那麼研究怎樣可以替代戰爭也像是很切要的。

軍國主義家重視戰鬪的情緒和本能的力量論據

自大地有生物以來殺害和避死就是他們的首要事務之一。衝突的時候，敵對的感情時常激至極強，於是身上一切能力倏然出動，這似是極自然的——因為感情的強弱和反應的遲速決定生死的掙扎中生存的機會的大小。這些就是照例起於爭鬪以前的強大情緒和根深蒂固的本能反應。這些情緒和本能有時鼓動大羣民衆，且如野火燎原蔓延極速，捲入的人逐漸增多，直到大部人民叫囂言戰。軍事家計畫大規模的攻守戰略無論怎樣成功，而使這個方略活

動的主力基本上還是從軍的戰士，動作的時機一到，這些根本的傾向就振作兵士的氣力，支配他們的行爲，教他們狂暴地向前打去。

人類的爭鬪本能是很強的，這是軍國主義家主張預備國際戰爭的一個主要論據。他們指出這個歷史的事實：即在最文明的人中，殆沒有十年空過，戰鬪的情緒不發作，終至釀成戰爭。他們說戰爭是不能免的，——是“生物律”(biological law)的表現——只若人性不變，武力解決仍是免不掉的。他們又說開戰和備戰的時期，許多重要的身體的美德——強壯，勇健，作豪勇的事業的力量——都得特好的機會發展；若沒有這些機會，精壯的少年就要流於羸弱，成爲懦夫。此外，軍國主義家又說戰爭又由道德方面的影響裨益人類。沒有戰爭，民族就要暮氣沉沉，理想陳腐，放縱恣肆，沉湎奢華，意志薄弱。戰爭則能磨鍊性格，使人沉著，剛勇，耐勞，重給一切事物以真正的估價，戰爭要人犧牲生命，而千萬人一同奔赴，這是人類精神無上的光榮。戰爭既是根深蒂固的本能的表現，又是發展身體的道德的美德最好的媒介，所以軍國主義家說戰爭是一種自然的必需。

軍國主義家說爭鬪的本能是固著在人性裏邊的，從我們研究的結果得了有力的實證。能否生存自來取決於拚死的掙扎，使身體更能爭鬪的機制早先幾章已證明是極完全的。作兇猛掙扎的生理的準備不只見於獵物以生的低

等動物的體內，人類也有。人既具有這驚奇的機制，且經無數世代來就有資助競爭生存的重要作用，所以軍國主義家很可以說這個機制也和別的生理過程一樣，他的演習可以促進身體的諧調。實在，他們更可假定這些天然的傾向要求時時滿足，以說明戰爭的情感的週期的暴發*。

反對戰時表現的爭鬪的情緒和本能的聲浪日高

歷史的事實雖表示戰爭並不逐漸減少，軍國主義家雖說戰爭能滌盪卑鄙的惡行，振作高尚的德性，但說戰爭不可免，有裨益的論調現正受強烈的攻擊。軍國主義家只見到事實的一面。不必深通戰情就能證明原始的忿怒、憎恨和恐懼一得蔓延，文明的禮教就被毀棄，最蠻野的本能支配人的行爲。焚掠人家，虐待婦孺，許多無辜橫遭殺戮或饑餓以死。巧說保存豪壯的德性是不能掩飾這種暴行的。即使戰士不逾常軌，而殺人的器械實在太機巧了，一人引機，幾秒鐘裏可殺倒數百同類的人，使他們慘痛或死亡。戰爭實在變得太可怕了；他所犧牲的生命和金錢數量太大了；他破壞的人間的寶貴成績實在太多了；太有礙於以發現和發明裨

* 瓦拉斯(Graham Wallas)曾作這個有趣的說話(The Great Society, New York, 1914, p. 66):心志頹喪的人中神經的緊張和不安可以是沒有適當的情境使他起情緒的反應的結果。他引證亞理斯多德(Aristotle)的學說，悲劇和音樂可以舒放久受壓伏的情感。

益人類的神聖努力了；不直接參戰的人所受的災厄太重了；他和公平往來的大道相去太遠了；一家的各員休戚相繫實在太密切了，出戰的人可使自己和家屬流於貧苦，並使子孫承其敵愾，乘時報復。

反對戰爭的這些理由指示人類許多強烈的欲望——求家庭幸福，獻身於藝術和學問，熱心社會的正義，希望減少貧窮和疾病，等等欲望——受了戰爭的阻遏。前邊一章裏我們曾說敵對的感情沒有特定的事物去引起他。我們欲望什麼事物，一遇障礙就發生敵對的感情。戰爭破毀人類許多渴求實現的欲望，所以戰爭使人對他也起敵對的感情。於是有一個反抗戰爭的戰爭，一個反抗逐至兇殘的屠殺和破壞的義戰。

勇武之德是要保存的

現今雖逐漸反對戰爭上爭鬪的情緒和本能的表現，但是失掉軍國主義家妄稱為戰爭的出品的身體上和道德上的美德也是極可惜的。馬度孤(McDougall)²說理想的生活越至發展，用以制伏努力的障礙的手段越至精微繁複，則爭鬪的本能，除非過受戟刺，不再表為自然的粗暴的方式，而成為動作的能力的淵泉，助達其他本能所趨的目的；爭鬪的衝動的能力加到其他衝動的能力上，助長他的氣勢，幫我們克服所遇的困難。爭鬪的本能對於文明人的大價值就在這

裏，沒有爭鬪本能的人不但不能起怒，更無這個遇着困難即行發動的能力的淵泉。

反抗戰爭的戰爭和剷除文明社會中其他的害惡的努力所以能够成功全賴保有和運用衝犯的感情和攻擊的本能。由這個見地，軍國主義家說我們應承認自然的人性，想法改他是爲大愚，這個態度比和平主義家看輕爭鬪的天性，說加以改變事屬簡易，似更合理。我們不要他們改變。即使由反抗戰爭的戰爭得一維持國際正義的方法，即使由國際的合作，正義的規條能够實行，發動戰鬪的情緒和本能的機會因而大減，我們仍要承認這些傾向的原始性和對於社會可有的效用。所要作的不是制伏這些感發和動作的天性，而是把他們導入別的，可得滿意的表現的洩路。

用道德的努力替代戰爭

“我們定要用新的努力和剛毅去繼續培養軍人所服膺的大丈夫氣 (manliness)。勇武之德一定是持久的結合物；果敢，蔑視柔懦，犧牲私利，服從命令，一定仍是立國的基石”。這是詹姆士 (William James)³ 計畫“戰爭之道德方面的代替品”所說的話。他說這個代替品就是強少年們服務於刻苦，艱難的事業，以拔除他們的稗氣和傲慢，使習於沉著，對於同類有健強的同情。詹姆士以爲由相當的教育可使一國的人因己國在“任何”理想的方面占勝而自豪猶如因己國戰

勝而自豪。他又說“豪俠的性格不藉戰爭也可培養起來。高貴無私的德行隨處皆有。僧侶和醫士是特受這種訓練的，我們若覺得自己的工作是对國家應盡的義務，我們多少總感到這豪俠的精神。我們應為國“所有”，一如兵士為軍隊所有，我們的豪氣就隨著起來。於是我們可以貧而不恥，如同現今的軍官。今後要作的事只是極力發展公民的氣格(civic temper)，就如已往的歷史發展了軍人的氣格”。

別人也曾說相似的話⁴。有人說人類的大戰是反抗苦痛，疾病，貧窮和罪惡的戰爭；真正的英雄不是窮竭勇力與人攪戰的暴徒，而是為人類反抗這些常在的讎敵的壯士。由這個見地，人與人戰不過是同軍內訌，使公敵痛肆其虐罷了。

不過，這些道德方面的講話還不是我們討論的主點。我們以前的研究證實了爭鬪的情緒是固著在人性中的，又證明這些情緒和奮發筋力的準備有密切的連絡。我們的研究特在討論戰爭的代替品的體力方面是很重要的。

用身體的努力替代戰爭

學者提出把國家理想化和盡力人羣福利，以這些道德的努力代替軍旅的忠義，沒有解答軍國主義家一方面的主張：開戰和備戰時給人以特好的機會去發展許多重要的身體的美德——精壯，剛毅和忍受各種艱苦的能力。

從以前講的事實裏我們似可得一個適當的辦法，以得

軍國主義家所說的這些好處，身體到了我們所謂“戰爭狀態”的時候，忽然發現的一切生理變化都是資助身體發出最大的肌肉和神經的奮力。原始的戰爭就是要這些奮力，如此經過億萬年代——獸和獸，人和人一種體力的攪鬪。這樣的攪鬪自然是驚心動魄，攻守多變，能完全滿足戰爭之慾，這和近代戰爭之慘澹的預備，單調的勤務，以機械代筋力，所攻的敵人常遠在視線以外*，大不相同。瓦拉斯曾譏諷地說，“煞宮(Valhalla)的戰神殆不取近代的戰術，而取刀槍短打爲最好的鬪法”。

任何的苦工，如鋸木和掘溝，都能發展體力，這話雖然不錯，不過這種苦工不能激發身體活動的敏捷，機警，和方略。也沒有機會運用情緒的機制，以資助身體的活動。如果這

* 屋爾斯雷勳爵(Lord Wolseley)作英軍總司令的時候，在一八九七年發一命令，禁止戰時揭揚軍旗。他說“以後戰時教兵士撐旗那簡直是發瘋，是罪惡。你還不如下令殺他。戰時撐旗我們本來看得很重；在舊日的戰法上這極能鼓舞軍隊的精神，這是我們英軍依賴很切的，——但是我們終於極遲疑地拋棄了這個習慣”。發明了遠射的，制命的來福鎗和機關鎗以後，不見敵人就能殺他，於是戰爭的方式完全改觀。現在的戰爭差不多變成炮火的交換，間以來福鎗和機關鎗的發放，殿以短距的衝進，古昔鬪旗的威風和光彩是沒有位置的了。(參看 London Times, July 31, 1897, p. 12)。

個機制也像別的生理機能是在體內待用的——據以前的研究這已無甚可疑——那麼，爲運用這個機制並且滿足比賽體力和技藝的強烈本能起見，我們須有一種比單調的體操和命令的行軍更爲活潑的運動。

在許多方面奮力的競技比近時的戰役更能供給軍國主義家所爭持的那些情況，戰鬪的情感發作時身體自然地準備應付他們。前邊一章講過，競賽的遊戲中有原始的分子——於此又是人與人爭，體內一切儲能都提來用以爭勝。又因這些時候發現的生理變化和預備生死決鬪事所有的一樣，所以戰鬪的情緒和本能，說到他們生理的表現，都因此得了充分的滿足。

日俄戰爭時著名的通信家米拉德 (T. F. Millard) 這樣描寫近時戰爭的特點：“近時的戰爭規模太大了，個人少有自出心裁的機會。兵士鮮能說他們的鄰近正作什麼事。他們不常能見所打的敵人，能見射擊的目的物時，發射的彈距和方向等重大事情都不能自己作主。……近時兵士的服裝太近似了，五百碼外敵友難分。近時戰爭中，若光線充足，瞭望能清的時候，大批隊伍鮮能離近五百碼。……敵兵士官只管照傳來的命令裝置大礮。依令調準時間，速率，目標和彈距。……發礮的效果另有專務士官瞭望，他們散在戰地，常相隔多少哩遠，不斷地和礮隊長官用電話傳

國際競技的重要

因為以上的理由我要重言別人曾經提過的一個意見，就是，發展國際的大競技，如萬國運動會 (Olympic games)，可使青年得到現今妄謂特屬軍事訓練的許多好處。以競技代戰爭已有實例。沃爾塞斯特 (Worcester)⁵ 說美國 未佔菲律賓羣島 (Philippine Islands) 以前島民沒有競技的事。不久土人從戍兵學會了競技。後來競技發達，城和城，省和省都有競賽，於是島民對於競技起了深切的熱心。習技者的體力因此大有發展，公平和豪俠的精神——這是以前沒有的——瀰漫於羣島各處，各省選手的年期比賽公認能促進各部落間一般的、友誼的了解。朋陶克 (Bontoc) 地方兇猛的

通消息。(參看 *Scribner's Magazine*, 1905, xxxvii, pp. 64, 66.)

一九一四年抵抗英法 軍隊的一個德國 礮兵隊長也說相似的話。據云：“我們按照從某處來的電話的指導定好射角和射程發礮，從那邊樹梢上打過去，但從沒有見過所打的敵人。他們也回礮，也看不見我們，他們的礮彈有時打不到或打過了，我們也有時落在我們中間，殺傷幾個。這樣一天一天地打下去，我沒有看見過一個法國 人或英國 人，除非是個俘虜。這樣打起來沒有什麼意思”。(參看 *Philadelphia Saturday Evening Post*, December 26, 1914, p. 27.)

伊伽洛人 (Igarots), 原來終年和鄰部爭戰, 現在不以獵取人頭, 而以棒球, 角力, 引繩 (tug-of-war) 顯示他們的勇武了*。

菲律賓羣島 所得的成效, 由相當的教練和指導也可得於他處, 這樣期望不合理麼? 人對於競技的興趣的確不是浮淺的, 暫時的。有大競技時, 要求比賽的消息和要求戰事的消息是同樣地熱切。在美國, 雖未經特別的提倡, 據人估計練習競技的青年已和常備軍額數目相當, 在英國, ‘英國的仗是在羅格比 (Rugby) 和猗敦 (Eton) 的足球場上打勝的’, 這句話表示普通相信競技能促進應付難事的剛毅和敏捷。若再提倡國際的競賽, 比賽的運動的影響是有增無減的。一國裏邊提倡競技定能戟刺技藝的發展, 得出國內能夠產出的最好選手來。歐洲某個豪勇的國家在最近的萬國運動會裏成績很壞, 於是有幾千青年開始練習, 預備下屆賽會, 並從成績最好的某國聘去一位教師, 指導一切。

練習競技和軍隊生活同樣能使青年耐苦, 耐勞, 同樣能發展體力, 習於伶俐, 精巧, 自制。不過人也可說, 這個討論裏缺少一樣要素——戰時可以要人犧牲生命, 而競技則沒有這個可能。為國捐軀實屬榮耀。但說殺身就好, 則沒有什麼道理。常選最精壯, 最勇健的人送之死地, 無論犧牲得怎

* 據說早先這些勇士與賽的時候都帶着長矛去, 在自己身旁插在地上, 以備應用。等到明白了這新競爭的性質以後, 方不繼帶長矛了。

樣高潔，而種族所得大概不及所失。大競技中沒有別的好處足以補償戰爭這個最嚴酷的要求麼？求民族進於壯健——軍國主義家爲此主戰——要尊崇，保養精壯的人，不是精審選出，在幼年殺掉他們。

國際競技還有許多別的好處，足使他們爲軍事訓練的代替品。競技上高貴和公正的標準是很高的；不顧階級，貧富，人種或膚色的分別，優者永得入選；競技易爲愛國的自然情感的表現；勝利和壯忍的失敗使對手和觀衆一例起敬；天涯海角的壯士作友誼的，豪俠的比賽，可以推廣交遊，促進了解——國際競技這些好處每樣都可引伸擴大。不過，如前所說，這些道德方面的講話不再多贅，因爲和我們討論的生理變化沒有什麼關係。

我們所要闡明的問題是運用爭鬪的本能以增進種族的體力。軍國主義家說，若不讓這個本能在戰爭裏表現，種族必要退化。這話我們是反對的，現在證據確鑿，表示攻擊的本能——在億萬年代的種族經驗中，他們自然地發展了身體的精力和儲能——是由原始的情緒激引起來；由這些情緒放出能力，對於奮發筋力極有效用。拙笨無趣的操練或任何呆板的運動都不能發動這些生力的機制。現在的戰爭和備戰變得太機械了，不能作保養，操練這些機能最好的媒介。振奮的掙扎和迅疾的奔馳於此已多不見。按壓電鍵或曳引鎗機，這種運動太微瑣了。自然的情感若須表

現,身體的爭鬪機能若須操練,在自然的動作中去求滿足比在造作的動作中去求好得多,由古的方式,奮心身之力,人與人爭,以攫勝利,如競技時,也合理得多。

參 考 書

1. 參看 Angell: *The Great Illusion*, New York and London, 1913, pp. 159-164.
2. McDougall: *Introduction to Social Psychology*, London, 1908, p. 61.
3. James: *Memories and Studies*, New York, 1911, p. 287.
4. 參看 Perry: *The Moral Economy*, New York, 1909, p. 32;
Drake: *Problems of Conduct*, Boston, 1914, p. 317.
5. Worcester: *The Philippines, Past and Present*, New York, 1914, II, pp. 515, 578.

附 錄

本書所根據的各項研究

1. The Influence of Emotional States on the Functions of the Alimentary Canal, By W. B. Cannon. American Journal of the Medical Sciences, 1909, CXXXVII, pp. 480-487.

2. Emotional Stimulation of Adrenal Secretion. By W. B. Cannon and D. de la Paz. American Journal of Physiology, 1911, XXVIII, pp. 64-70.

3. The Effects of Asphyxia, Hyperpnoea, and Sensory Stimulation on Adrenal Secretion. By W. B. Cannon and R. G. Hoskins. *Ibid.*, 1911, XXIX, pp. 274-279.

4. Emotional Glycosuria. By W. B. Cannon, A. T. Shohl and W. S. Wright. *Ibid.*, 1911, XXIX, pp. 280-287.

5. A Consideration of Some Biological Tests for Epinephrin. By R. G. Hoskins. Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics, 1911, III, pp. 93-99.

6. The Sthenic Effect of Epinephrin upon Intestine. By R. G. Hoskins. American Journal of Physiology, 1912, XXIX, pp. 363-366.

7. An Explanation of Hunger. By W. B. Cannon and A. L. Washburn. *Ibid.*, 1912, XXIX pp. 441-454.

8. A New Colorimetric Method for the Determination of Epinephrin. By O. Folin, W. B. Cannon and W. Denis. *Journal of Biological Chemistry*, 1913, XIII, pp. 477-483.

9. The Depressor Effect of Adrenalin On Arterial Pressure. By W. B. Cannon and Henry Lyman. *American Journal of Physiology*, 1913, XXXI, pp. 376-398.

10. The Effects of Adrenal Secretion on Muscular Fatigue. By W. B. Cannon and L. B. Nice. *Ibid.*, 1913, XXXII, pp. 44-60.

11. Fatigue as Affected by Changes of Arterial Pressure. By C. M. Gruber. *Ibid.*, 1913, XXXII, pp. 222-229.

12. The Threshold Stimulus as Affected by Fatigue and Subsequent Rest. By C. M. Gruber. *Ibid.*, 1913, XXXII, pp. 438-449.

13. The Fatigue Threshold as Affected by Adrenalin and by Increased Arterial Pressure. By C. M. Gruber, *Ibid.*, 1914, XXXIII, pp. 335-355.

14. The Emergency Function of the Adrenal Medulla in Pain and the Major Emotions. By W. B. Cannon. *Ibid.*, 1914, XXXIII, pp. 356-372.

15. The Relation of Adrenalin to Curare and Fatigue in Normal and Denervated Muscles. By C. M. Gruber. *Ibid.*, 1914, XXXIV, pp. 89-96.

16. The Graphic Method of Recording Coagulation. By W.

B. Cannon and W. L. Mendenhall. *Ibid.*, 1914, XXXIV, pp. 225-231.

17. The Hastening or Retarding of Coagulation by Adrenalin Injections. By W. B. Cannon and Horace Gray. *Ibid.*, 1914, XXXIV, pp. 232-242.

18. The Hastening of Coagulation by Stimulating the Splanchnic Nerves. By W. B. Cannon and W. L. Mendenhall. *Ibid.*, 1914, XXXIV, pp. 234-250.

19. The Hastening of Coagulation in Pain and Emotional Excitement. By W. B. Cannon and W. L. Mendenhall. *Ibid.*, 1914, XXXIV, pp. 251-261.

20. The Interrelation of Emotions as Suggested by Recent Physiological Researches. By W. B. Cannon. *American Journal of Psychology*, 1914, XXV, pp. 256-282.