

萬 有 文 庫

第 二 集 七 百 種

王 雲 五 主 編

食 物 及 營 養

(下)

永 井 著
顧 壽 白 譯

商 務 印 書 館 發 行



食 物 及 營 養

(下)

著 永 井 潛
譯 白 壽 願

自 然 科 學 小 叢 書

編主五雲王
庫文有萬
種百七集二第
養營及物食
册二
究必印翻有所權版

中華民國二十六年六月初版

原 著 者	永 井 潛
譯 述 者	顧 壽 白
發 行 人	王 雲 五
印 刷 所	商 務 印 書 館
發 行 所	商 務 印 書 館

(本書校對者鮑嘉祥)

★五三二

嚴

第四章 營養之數量的研究

第一節 營養之數量的研究法

以上所述，均就關於營養之各養素及各食品之性質的關係論及其重要之點，今乃一轉而欲進至其數量的關係。即欲正常保持人體之營養每日須供給若干卡之勢力(energy)，又因此之故須各取何種養素若干，本章所欲研究者，即此種問題也。

人體營養所必需之卡量須由人體發現於外界之勢力總量而決定之，自不待言，而其所發現之勢力量乃因體重、身長尤其體表面積之大小又即依其年齡、性別、體質之如何而異，又因勞動之程度、氣候之不同及其他種種事項而為所影響，故其關係甚為複雜。欲由學術上解決此種複雜關係下之問題而確立關於人體營養之數量的標準，可用以下二種之方法。

其一爲統計的方法，卽就多數之人調查其實際上每日所取之食物，吟味其質與量，測定何種養素有若干量，由此算定卡量，平均其成績而作爲正當營養之標準，是卽所謂保健食料也。此種方法，始由有名之營養學者 *Louis* 氏實地應用，其後氏所提倡之保健食料乃廣爲世人所準據焉。

其二之方法，在學術上更爲精密，乃應用氣體代謝測定裝置及熱量計就各個人確實測定一定時間內一定條件下其發現於外方之勢力之量，以此爲基礎而精細決定卡之供給者也。此種方法專由美國著名之營養學者 Atwater Benedict 氏等而集大成。氏等由此方法測定人類儘量停止身心工作之絕對安靜時所必需之卡量卽所謂基本新陳代謝，進而測定作何種類工作時須增加若干量之卡於基本新陳代謝之上，如此應各種情形而確定其所必要之營養的數量關係焉。要之，統計的方法，其所處理者，乃橫向廣而淺，而依據熱量計之方法，則縱向狹而深者也。以下先就保健食料述之。

第二節 保健食料



第十四圖 Voit氏肖像

如前所述，吾人每日營相當之工作，欲使身體成分不生損失而仍能保持健康，究應取何種養素若干量而後可乎。定此標準，甚為重要，是即保健食料之問題也。夫吾人平日所取之食料，恆不免超出保持健康所必需之範圍，即以一人一家而論，似此數十年間，其在經濟上之損失已屬可觀，況如念及全國數萬萬人口之營養問題，或遇戰時之食糧封鎖，或食料價格暴騰之際，苟能未雨綢繆，豫行保健食料之研究，據此儘量節約食料，孰謂非關係一國休戚之大問題耶。

泰西學者均曾苦心努力作保健食料之研究而決定其標準，最初提出有價值之報告者實為 Voit 氏。彼曾以體重七〇至七五斤之成年男子每日作中等度之工作十小時者為標準，而舉其保健食料如下：

蛋白質	一一八克	總溫價	三〇五五卡
脂肪	五六克		
碳水化合物	五〇〇克	利用溫價	二八〇〇卡

是即所謂 Voit 氏之保健食料，自來多數學者均深信準據此項標準最為適當。今將 Voit 氏

之保健食料適用於東方人種，則其成年男子之體重約為五〇—六〇斤，大體等於西人體重之五分之四，可依此比例換算之。

據日本人分析中等度勞動者之常用食料而得之平均價如下：

蛋白質	一〇〇克
脂肪	二〇克
碳水化合物	四八〇克
	總溫價 二五六四卡

以上所記者與由 Voit 氏保健食料所換算之價約略一致。即假定日本成年男子之平均體重為五五斤，則每體重一斤若攝取溫價四四·五卡之食料，即能作中等度之勞動而從事活動也。

以上之標準係就作中等度勞動時而言，若作劇烈勞動，欲發揮更多之勢力，自非多取食料不可。Voit 氏曾舉劇烈勞動時之保健食料如下：

蛋白質	一四五克
脂肪	一〇〇克
碳水化合物	五〇〇克
	總溫價 三五四四卡

然此等標準價亦隨學者而不一，其因勞動之程度又因氣候及身體之大小而不同自不待論。又如各營養素配給之比例亦視地方與貧富之程度而有差異。Noble氏曾參酌多數之研究成績，舉下表之標準作為體重七〇斤者之保健食料之中庸價焉。

今依 König 氏之標準，且由上述之理由，減少脂肪，以碳水化合物為其代用品，試設體重五五斤之青年男子保健食料之標準，則有如下表：

König 氏保健食料

勞動之程度	日 中 之 食 料											
	攝 取	量	利 用	量	卡	無氮物(碳水化合物、脂肪)對於含氮物(蛋白質)之比例						
安靜或輕度勞動	蛋白質	一〇〇克	脂肪	五〇克	碳水化合物	四〇〇克	八五克	四六克	三八〇克	二五四八	二三五八	一比五·三
中等度勞動	蛋白質	一二〇	脂肪	六〇	碳水化合物	五〇〇	一〇二	五五·二	四四五	三一四一	二七三五	一比五·四
劇烈勞動	蛋白質	一四〇	脂肪	一〇〇	碳水化合物	四五〇	一一九	九二	四二七·五	三四〇七	三〇四一	一比五·〇

換算為體重一姪

安靜或輕度勞動	一·四	〇·七	五·七	一·二	〇·六	五·四	三六·一	三三·〇
中等度勞動	一·七	〇·九	七·〇	一·五	〇·八	六·七	四四·六	四一·五
劇烈勞動	二·〇	一·四	六·五	一·七	一·三	六·二	四八·七	四五·一

在安靜時或輕度勞動時如下：

蛋白質

八〇克

脂肪

二〇克

碳水化合物

三六〇克

總溫價 二〇〇〇卡

在中等度勞動時如下：

蛋白質

九四克

脂肪

二五克

碳水化合物

四四〇克

總溫價 二四〇〇卡

在劇烈勞動時如下：

蛋白質	一一〇克	} 總溫價 二六五〇卡
脂肪	四〇克	
碳水化合物	四四五克	

如上文所記，其成績與既述 Voit 氏之成績頗能一致。又據 Norden 氏所舉為總溫價之標準則有如下表：

活動程度	每體重	一妊(卡)	每體重	五五妊(卡)
安 靜		三〇—三四		一六五〇—一八七〇
輕 度 勞 動		三四—四〇		一八七〇—二二〇〇
中 等 度 勞 動		四〇—四五		二二〇〇—二四七五
劇 烈 勞 動		四五—六〇		二四七五—三三〇〇

夫 Voit 及 König 氏等之報告與日本之調查成績假定約略一致，則保健食料之問題即可確實解決乎。曰，是又不然。蓋保健食料之研究，乃就多數健康之人調查其日常所攝取之食量求

其平均價而設立標準者也。

如前所述，吾人體內具有新陳代謝之自己調節作用，若食量超過必要以上，則在體內所分解之體成分之量即隨之增加，反之，若節約食量至一定度，則體成分之分解亦即隨之減少，而欲力求取得出納之平衡，故在一定範圍內固不得謂食量多即有益於體成分，又即較現在公認之保健食料更減少食量至某程度，亦不必恐其在營養上即招損失。由是觀之，所謂保健食料者，固尚有可以訂正之餘地，遇必要時，即將其量減少，亦尚能充分保持健康，且在實際上亦已有關於此項之研究而證實此種預料矣。

由來含氮養素之蛋白質較之無氮養素之碳水化合物或脂肪實佔優勝，故欲補足身體蛋白質之消耗或使其新生以維持健康，則無論如何非取一定量之蛋白質不可，此事已如前述。凡能不損身體蛋白質之最小限之蛋白質攝取量，稱曰蛋白質最小價，故欲由食物經濟之立腳點依據學理以決定保健食料之節約時，此蛋白質最小價之解決亦成爲最必要之問題，不特此也，蛋白質在各養素中普通最爲高價，而多含蛋白質之食品其價概不甚廉，就此點言之，蛋白質最小價之研究，在

食物經濟上實有重大之關係焉。

據 Voit 氏保健食料言之，成年男子作中等度勞動時，其一日所需要之蛋白質，在體重七〇妊之人爲一八〇克，卽每體重一妊爲一·七克。然多數學者檢查蛋白質最小價之結果，則謂卽分量較此更少，而對於蛋白質之新陳代謝已可進行無阻云。試觀關於此項之各家報告，則 Hirschfeld 氏謂爲四七克，日本隈川博士謂爲六二克（卽每體重一妊〇·七九克之比例），Klemperer 氏謂爲三三克，Fletcher 氏則謂爲二七·五克，不特此也，如 Sieben 氏者且謂有二七·六克之蛋白質已足應付，據此則僅有 Voit 氏標準食之二分之一至三分之一之蛋白質已可保持健康而無礙矣。

然從來關於此項問題所行之試驗，其短者僅數日，長者亦不出十數日，其實以如此少量之蛋白質果能永久達到保健之目的與否，固尙屬疑問也。

因欲解決此重大之疑問，美國之 Cliftenden 氏遂開始其重要之實驗。此種研究，其實驗期間甚長，試驗人員甚多，而網羅種種階級，以及被檢者之生活狀態全出自然而無所勉強諸點，實遠

勝於從來之研究方法。氏之研究，曾就三組之人行之。第一組爲大學教授五人，其中除 Chittenden 外，如 Mendel, Underhill 等有名之營養研究家亦曾加入，是爲代表精神勞動之一組。第二組爲兵士十三人，一面仍繼續與平常同樣之教練，曾經過六個月之實驗期間，是爲代表中等度肌肉勞動之一組。第三組由大學生七人而成，彼等皆係競技之選手，是爲劇烈勞動之代表者。行此研究之時，每日煞費苦心，從事調理食物，以免口味單調，且顧慮生活體之適應性而將蛋白質量漸次減少，勿使發生急驟之變動，其慘淡經營，於此可見一斑矣。

據 Mendel 氏自身九個月間蛋白質減食之成績，知其一日之蛋白質攝取量平均有四八克（即每體重一尅取 0.66 克）即能使身體蛋白質無所損失。又在第二之兵士組中見其一日之蛋白質攝取量有五二一六〇克已足。要之，據 Chittenden 氏之研究，則人體之蛋白質攝取量僅有從來公認之保健食料之二分之一至三分之一尚能收支相抵而不致引起蛋白質之損失，不寧惟是，據氏之報告，且謂彼自身在某處營海岸生活之際，一面取此少量之蛋白質，一面行賽船等相當劇烈之運動，而體重毫不減少，身心亦不感疲勞，且自減少蛋白質之攝取以來，其宿疾風溼痛

(rheumatism) 反不發作云。近時 Hindhele 氏亦曾報告其有力的實驗數次，均足爲蛋白質節約論之聲援，據其所言，僅取黑麵包、馬鈴薯、果實等植物性食品與牛乳而免除動物性食品，即將蛋白質攝取量減低至四〇—七〇克，但須卡量無不足，亦能充分保持健康而堪劇烈之勞動，不寧唯是，行此種營養法時，且能使尿酸溶解無遺，故足以預防神經痛或肝臟、腎臟等疾患云。

在 Chittenden 氏所行之程度，久時節約蛋白質之攝取，對於營養上果屬安全與否，學者對此尙有異論。Rask 氏謂蛋白質不獨在補給新生身體蛋白質之點言之，用爲養素較碳水化合物及脂肪更爲優越，且在保持體溫之點言之，亦復如是。Rubner 氏則謂此最重要之蛋白質攝取量若過於節約而使其毫無餘裕，則在營養上頗爲危險云。此外尙有許多學者贊成仍以 Voit 氏所提倡之標準，目爲正當之需給量焉。

要之，關於蛋白質最小價究有若干之一問題，其成績乃因人而不同。又關於以此最小價爲基礎而決定保健食料之一事，各家意見亦不一致。總而言之，最小價未必卽爲最適價，故最小價縱已決定，而欲直接作爲日常生活之標準，恐尙須大加考慮也。爲萬全計，最好攝取之量須較此稍多，而

論此緊要問題之際具有重大之意義者，即既述之蛋白質之生物的價值之關係也。蓋蛋白質隨其種類如何，其營養上之真價既有甚大之差異，則蛋白質最小價隨其所攝取蛋白質之種類而有不同，自可明瞭。若係營養真價較高之蛋白質，即用少量，亦能維持蛋白質代謝之平衡，反之，若係生物的價值較低之蛋白質，則非攝取多量不能達到蛋白質代謝平衡之目的，亦屬當然之事，即如 Rubner 氏所言「一定之蛋白質最小價勢不應有，蛋白質乃各隨其種類而有其固有之最小價」也。同時此事對於決定「為行正常營養應加於食物中之蛋白質其適量究有若干」之問題，亦直接大有關係，即營養真價較高之蛋白質較其稍低者，祇須少量即足也。

當決定日常食物中各養素之分配時，究應取與總卡量若干%相當之蛋白質方為適當，此項問題，與各人之生活狀態實有重大之關係，即隨肌肉勞動者與精神勞動者（坐業者）而大不相同也。如前所述，碳水化合物及脂肪之供給既已充分，則肌力之根源多取給乎此，故不問其勞動程度如何，而蛋白質之消費量各人幾於相同，即勞動者與坐業者皆為每日約一〇〇克也。然總卡量自隨勞動而非常增高，因之勞動者一日為三〇〇〇—五〇〇〇卡，要求一〇〇克之蛋白質，反之，坐業

者則為二二〇〇—二四〇〇卡，而亦需一〇〇克之蛋白質焉。在實際上，Atwater 氏用 calorimeter 確實測定之成績，與此理論上之想定確能一致。彼曾求安靜時與勞動時之多數平均數而舉以下之結果：

卡	量	安 靜 時	勞 動 時
蛋 白 質 量 (calory)	一〇六·九克	一〇六·九克	一〇八·一克
卡	二二六〇	二二六〇	四五五六

因之，蛋白質對於總卡量之比例，在勞動者雖遠遜於坐業者，亦無不可。今假定大人一日非取一〇〇克之蛋白質不可，而測其攝取此等蛋白質所需各種食品之重量及卡量，則其結果有如次表：

食 品	含有一〇〇克蛋白質之重量(尅)	卡
牛 肉	五〇〇	七五〇
卵	七〇〇	一一一〇

牛	乳	三〇〇〇	一九五〇
白	麵包	一四三〇	三六〇〇
米	飯	三一〇〇	四四〇〇
馬	鈴薯	五〇〇〇	四八〇〇

由上表觀之，可知因欲攝取一〇〇克之蛋白質而僅食動物性食品，則其分量少而卡量亦少，反之，若取植物性食品，則分量多而卡量亦多，故一面欲使滿足所要之蛋白質量同時又欲多取卡量，則須專取馬鈴薯、米、麵包以供食用，反之，若欲分量與卡量俱少且合於所要之蛋白質量，則宜限制植物性食品而多加富於蛋白質之動物性食品為副食品以代之，前者實為勞動者所要求之食物，後者則對於坐業者較為適宜，又前者為代表鄉村之簡略食餌，而後者則為象徵都市之豐厚餼也。

是故若專取少含蛋白質而多含碳水化合物之主食品如米、麵包等而欲由此供給所要之蛋白質量，則勢非攝取多量不可，因之其卡量亦復增高。例如欲僅由米飯供給前記一〇〇克之蛋白質

量，則非取三一〇〇克之米飯不可，而其分量則與白米八合強相當。如此多量之食物，必須食慾旺盛，胃腸強健，新陳代謝極活潑之野外勞動者始能消化吸收而利用之，決非精神勞動者之所能堪。若坐業者必不得已須連日攝取此種食物，則彼等之胃腸必將致病，其有餘之卡量亦不能利用，徒取多量之食物製造多量之糞便而已，是誠貴重食品之濫費與重要消化器之徒勞，實不能不謂爲失策也。然則坐業者遇此種情形時，若將食物之攝取量減少，僅留足以供給所要卡量之程度，以防此種濫費徒勞，則何如乎？曰，實際依此辦法，則重要之蛋白質之供給必將引起不足。例如欲僅用米飯以供給坐業者所要之卡量二二〇〇，則用米飯一五〇〇尅已足，但依此分量，則其中所有之蛋白質量僅有四十五克左右，實未及所要蛋白質量卽一〇〇克之半，豈非不足乎？

吾人苟欲除去上述之缺點而爲坐業者準備妥善之食餌，則於主食品穀物外非更加富於蛋白質及脂肪之動物性食品爲副食物不可。夫文化進步，生產之鍵由手工而轉於機械，由肌肉而移於神經，於是人類之食物乃漸富於動物性食品，由淡薄簡陋之鄉村食物而傾向於豐厚美味之都會穀饌。德國知名之營養學者 Rubner 氏嘗謂「文化生活在某種意味上不外爲蛋白質之侈

用，「誠哉是言也。」

蛋白質之過度節約，在健康上將致何等可慮之結果乎。此在前次世界大戰之際，固爲受食糧封鎖之德國國民所曾痛切體驗者矣。彼時小兒之發育因而停止，民衆對於疾病之抵抗力因而減衰，元氣亦因而沮喪，其原因之一部分，在於脂肪之缺乏，同時亦在於活力素之不足，自不待言，而蛋白質之不足爲其原因之一部分，自亦確有其事也。Richenfeld氏見意大利南部住民較北部住民體格惡劣，曾檢索其原因而歸諸蛋白質供給之不足。此種隨文化生活而增進之蛋白質之多用，決非可靠之事，吾人即取過剩之蛋白質，亦即分解造熱而消耗淨盡，決不能成爲身體之生活組織，不寧惟是，因攝取蛋白質過剩之故，且將產生有害之分解產物，而因欲適宜處置此種產物之故，肝臟腎臟亦非格外增加負擔不可，更由一身一家之經濟尤其由一國之經濟言之，高價食物不宜濫費，營養方法務宜巧妙，其爲重要固不待言，即由一身之衛生言之，美食過度，多用蛋白質，亦極有害而無益也。此事即在素來多數鼓吹美食主義之歐美學者間今亦頻頻唱道之矣。Voit氏保健食料所示之蛋白質標準價（每體重一尅一·七克）決非一定不變之必需量，在食物豐盛之平時

姑不具論，一朝有事之際，自有隨必要程度得以低減之餘裕，即低減至每體重一尅一·〇克之程度亦可絕對安全。多數學者均主是說，然若更欲期其安全，則依每體重一尅對蛋白質一·二克之比例取之可也。又如總溫價，在劇烈勞動者姑不具論，如坐業者乃至輕度勞動者，則視爲每體重一尅有四〇卡，當無不可矣。

第三節 Pirquet 氏之 Nem 說

營養問題之根柢，一面在於測計食品中所有之養素量，用一定之單位以表其營養價，一面亦在於測定各個人之食物需用量（保健食料），自不待言，而此項解決則從來惟於卡（calory）之學說中求之，此由以上所述，當已明瞭，然以卡爲單位而算定各種食品之營養價，實太偏於抽象的理論方面，往往不免使營養之計算不易了解。奧國維也納（Vienna）大學小兒科教授 Pirquet 氏爲欲避免此種困難而更欲從具體的實際的方面處理營養問題起見，在前次世界大戰期間舉世苦心研究營養問題之際，曾公表一種新計算法，對於營養學之運用上與以一大進步，是即所謂

Pirquet 氏之“Nem”說 (Nem system) 也。

Nem 說之根據在於以乳之一定量爲計算各種食品營養價之單位之一事，蓋人乳含有一·七%之蛋白質，三·七%之脂肪與六·七%之乳糖，而其一克在人體內所發生之溫價則爲〇·六七卡，牛乳有蛋白質三·三%、脂肪三·七%及乳糖五%，其一克與人乳相同，亦能發生〇·六七卡之溫價，故能在人體內發生如許溫價時即立爲營養價之單位，稱之曰一Nem，所謂“Nem”者，卽由德文“Nahrungs-Einheit-Milch”一複合語中各語之第一字母組合而成，其意卽「食物單位乳」也。如此將一克之乳定爲營養價單位之理由，卽因乳爲最完備之食品，僅食此物亦能維持生活，且在幼兒亦甚能增補新生其身體成分也。一Nem 爲〇·六七卡，故一卡適與一·五Nem 相當，“Nem”單位亦用與其他度量衡同樣之十進法表之，其表如下：

10 Nem = 1 Dekanem (1 Dn)

100 Nem = 1 Hektonem (1 Hn)

1000 Nem = 1 Kilonem (1 Kn)

或 1 Toun-nem (1 Tn)

0.1 Nem = 1 Decinem (1 dn)

0.01 Nem = 1 Centinem (1 cn)

0.001 Nem = 1 Millinem (1 mn)

在實際上，以一〇〇 Nem 即 Hektonem 表示營養價為最便。

今食一克之糖，則在體內發生四·一卡之溫價，而與六 Nem 相當，一克之糖較一克之乳其營養價實高六倍，故具有一八〇 Nem 之營養價之乳一八〇克但須三〇克之糖即可代之。今以一 Nem 為單位而示主要食品之大體之營養價如次：

食 品	一 克 中 之 Nem 價	為 有 一 百 Nem 之 重 量
人 乳 及 牛 乳	一·〇	一〇〇克
乾 酪	五·〇	二〇
乳 脂 (butter)	一一·八	八·五

菜類	○·四	二五〇
蕪菁類	○·五	二〇〇
梨、蘋果	○·七	一五〇
馬鈴薯	一·二五	八〇
黑麵包	三·〇	三三
白麵包	四·〇	二五
米麥等穀物	五·〇	二〇
魚肉	一·二五—三·三	八〇—三〇
鳥獸類之精肉	二·〇	五〇
鳥獸類之肥肉	五·〇	二〇
卵	二·五	四〇

由 Zenn 說之立腳點言之，人乳乃理想的標準食品，其中含有蛋白質一·七%、脂肪三·七%、碳水化合物六·七%，而其一克之蛋白質爲六 Zenn，因之一·七克蛋白質之養價爲一〇 Zenn

($1.7 \times 6 = 10$)，故 1000 克之人乳即 100 Nem 中實有 10 Nem 即全養價之一成爲蛋白質所佔。然則欲使各養素配合得宜，但須使全養價（用 Nem 計算）之約一成爲蛋白質即可。例如假定大人一日須需用 5000 Nem（五 Kn）之食物，則使其中 500 Nem（五 Hn）爲蛋白質即最爲適宜（蛋白質最適價），而依據 Pirquet 氏之標準，則蛋白質最小價宜使最適價之半即全 Nem 價之五%由蛋白質而來，又蛋白質最大價可視爲最適價之二倍即全 Nem 價之二〇%，若超過此最大價而攝取更多量之蛋白質，則將有多量之蛋白質不受消化吸收，停滯腸內而起腐敗作用，不特無益且有害也。

Pirquet 氏以由健康人之腸管一晝夜間所得吸收而不害消化器之食量名之曰最大價，反之，儘量停止對外工作僅將呼吸、循環、體溫等適度保持一面營生命保續上直接必要之對內工作，並勿使體重損失之最小食量則名之曰最小價。若食量降至最小價以下，則身體成分即被消耗損失，而在此最大價與最小價之間即所謂營養範圍內之某處具有食量之最適價自不待言。攝取最適價之食量時，若爲成人，則一面作相當之工作，仍能久時維持健康，使體重無所損益，若爲小兒，則

一面營相當之工作，同時亦能遂適度之生長。至其食量之應工作程度等而各有差異，自是當然。Pirquet 氏曾由多數之研究成績定成年男子一日間食量之最適價如下：

休憩時

三五 Hn

中等度勞動時

四五 Hn

劇烈勞動時

五五 Hn 以上

婦人之最適價在各種情形時普通均較男子低一〇 Hn，小兒則依其大小而顯然不同。

食物之需要量與腸管有一定之關係，不能否定。據 Henning 氏云，腸管之長度在大人與小兒均適與坐高（即伸直背脊之時由頭頂至坐位止之長度）之十倍相當。例如初生兒之坐高平均為三三釐，而其腸管之長則為三·三米，大人之坐高為八七釐，則其腸管之長為八·七米。若縱剖腸管而測其闊度，則平均與坐高之十分之一相當，於是以下之關係乃得成立焉。

腸管表面 = 腸管長度 × 腸管闊度

$$= 10(\text{坐高}) \times \frac{1}{10}(\text{坐高})$$

= 坐高

據上記公式，可知坐高之自乘（通常坐高之自乘用略字“*siqua*”表之，“*siqua*”即德語“*sitzhöhe* quadrat”即「坐高自乘」一語之省略），換言之，即以坐高之長度為一邊之正方形乃與腸管之全表面積（營養面）相當者也。

Pirquet 氏曾選定坐高為食物需用量算定之基礎，其第一之理由，即如上所述坐高與營養面之間保有密切關係之一事，此外尚有第二之理由，即坐高與體重之間所見規則整然之下列關係，

$$(\text{坐高})^2 = \text{體高之十倍}$$

換言之，假定用水充滿以坐高為一邊之正立方體中，則其重量約與體重之十倍相當也。又有以下之關係亦得成立。

$$\sqrt[3]{(\text{體重之十倍})} = \text{坐高}$$

$$\sqrt[3]{\text{體重之十倍}}^2 = (\text{坐高})^2 = \text{全營養面}$$

由是觀之，坐高一面與營養面（腸管之全表面）有密切之關係，一面又與體重保有重要之

關聯，當可了然。其 $\frac{\sqrt[3]{\text{體重(克)}}}{\text{坐高(厘米)}} = \text{坐高}$ 之關係，在肌肉發達佳良之成人及肥滿之乳兒等均可嚴密適合，因之 $\frac{\sqrt[3]{\text{體重(克)}}}{\text{坐高(厘米)}}$ 若假定爲一，則坐高對此之比數亦成爲一，在成長中之小兒則平均爲 0.94，在高度羸瘦者則該比數約減低至 0.8，而此比數用以判定各個人之營養狀態實爲最良之標準，即求得 $\frac{\sqrt[3]{\text{體重(克)}} \times 10}{\text{坐高(厘米)}}$ 之比數以之定爲營養指數焉。

據 Pirquet 氏之研究成績，則腸管不致起機能障礙而得消化吸收之食量最大價每營養面一平方厘米爲 1 Nem (或爲十分之一 Nem 即 1 cm 之十倍即 10 cm) 故各人一日之最大食量但須以一平方厘米爲單位依此測定其人之全營養面積而取得與其數相當之 Nem 即可。如上所述，用厘米表坐高者之二乘乃與用平方厘米表全營養面者一致 (坐高 = 全營養面)，故能知坐高即能計算食量之最大價，例如坐高 40 厘米之乳兒其最大食量爲 1600 Nem，又坐高 80 厘米之大人其最大量爲 64000 Nem。若用前述之符號表之，則最大價爲 $10 \text{ cm} \times \text{坐高}$ 或者略 $10 \text{ cm} \text{ sq}$ 。

又由 Pirquet 氏之研究，最小價可視爲每營養面一平方厘米 0.33 Nem (即 33 cm) 故在

坐高四〇厘米之乳兒爲四八〇 *Nem*，在坐高八〇厘米之大人則爲一九二〇 *Nem*，若以符號表之，則最小價可作爲三 *dm sq* 焉。

然則最適價如何乎。曰，如前所述，乃在於最大價與最小價之間且因勞動程度、氣候及各種狀況而異者也。例如劇烈勞動時其最適價與最大價即頗接近，反之，如傷寒患者等必須使腸管安靜之時，則幾與最小價相等。今將最適價概括之，其在成人，則與坐高之二乘（全營養面）乘四——七 *dm* 者相等，換言之，即最適價乃在於四 *dm sq* 至七 *dm sq* 之範圍內，因之，吾人之營養面乃應勞動等各種之必要其每一平方厘米較最小價（即三 *dm*）更須多取一——四 *dm* 之食量，而此多取之食量，則或因工作而消費，或成爲身體成分以備身體之補給成長之用焉。

試更仔細調查此種關係，則生後一個月之乳兒乃以每營養面一平方厘米五 *dm* 即全量五 *dm sq* 爲最適價。此中超過最小價之一 *dm sq* 即供成長及增殖脂肪之用者也。

二歲之小兒以七 *dm sq* 爲最適價，在其四 *dm sq* 之超過養分中，二 *dm sq* 乃消費於身體成分之增殖，又一 *dm sq* 則消費於運動。

四五歲以上之兒童亦以七 gm 為最適價，其中三 gm 乃為運動而消費者也。

思春期終了後普通最適食量即見減少，尤以婦人為甚，一因此時成長已終，一因除從事勞動之人外，凡小兒期內所見之活潑運動已停止故也。成年男女之從事坐業者以四 gm 為最適量，其直立而從事工作者以五 gm 為最適量。

因勞動而增加之食量，視其程度如何，大抵為一—三 gm 。在從事劇烈勞動者間，有以五 gm 之增加為必要者，即直立勞動者之最適價若假定為五 gm ，則輕度勞動者更宜加一 gm 而作為六 gm ，中等度勞動者則須加二 gm 而作為七 gm 焉。

以上之算定，與體內脂肪之造成並無關係，即不慮食量過剩以致脂肪蓄積體內也。一面在高度羸瘦之人，雖取最小價亦尚能增加體重。此點即所以表示根據 *Nern* 說之新營養法顯較舊營養法為優，蓋在僅以體重為算定食物需用量之基礎之舊式營養法，對於因脂肪過多而肥滿之人以其體重較大愈須攝取多量之食物而對於羸瘦之人則因體重較輕之故其算定食量動輒在實際必要之分量以下，此種營養法，頗有不便，反之，在由坐高推算之新營養法，則對於肥胖之人可使

其適度減少過剩之脂肪，而對於羸瘦之人則能使之增加而傾向於肥胖，此法之利益乃在於能加減調節體內之脂肪量也。

根據以上之原理，實際上為便利食量之需給起見，乃製成詳細之表如下：

坐高(浬)	每(按磅)即全營養面之一平方浬						
	10 dm (最小價)	4 dm	5 dm	6 dm	7 dm	10 dm (最大價)	
三〇〇	二七〇	三六〇	四五〇	五四〇	六三〇	九〇〇	
三一	二八八	三八五	四八〇	五七七	六七二	九三〇	
三二二	三〇七	四〇九	五一〇	六一四	七一五	一〇二〇	
三三三	三二七	四三四	五四三	六五四	七六〇	一〇九〇	
三四	三四七	四六二	五七八	六九六	八一〇	一一六〇	
三五	三六八	四九〇	六一三	七三六	八六〇	一二三〇	
三六	三八八	五一九	六四九	七七八	九一〇	一三〇〇	
三七	四一一	五四八	六八九	八二二	九六〇	一三七〇	

三八	四三四	五七九	七二四	八六七	一〇二〇	一四四〇
三九	四五七	六一〇	七六二	九一三	一〇七〇	一五三〇
四〇	四八〇	六四〇	八〇〇	九六〇	一一二〇	一六〇〇
四一	五〇四	六七二	八四〇	一〇一〇	一一八〇	一六八〇
四二	五二九	七〇五	八八二	一〇六〇	一二四〇	一七六〇
四三	五五四	七四〇	九二四	一一一〇	一二九〇	一八五〇
四四	五八一	七七六	九六五	一一六〇	一三六〇	一九四〇
四五	六〇七	八一—	一〇一〇	一二一〇	一四二〇	二〇三〇
四六	六三四	八四七	一〇六〇	一二七〇	一四八〇	二一二〇
四七	六六三	八八四	一一一〇	一三三〇	一五五〇	二二二〇
四八	六九一	九二一	一一五〇	一三八〇	一六一〇	二三〇〇
四九	七二〇	九六〇	一二〇〇	一四四〇	一六八〇	二四〇〇
五〇	七五〇	一〇〇〇	一二五〇	一五〇〇	一七五〇	二五〇〇
五一	七八〇	一〇四〇	一三〇〇	一五六〇	一八二〇	二六〇〇

五二	八一二	一〇八〇	一三五〇	一六二〇	一九〇〇	二七〇〇
五三	八四三	一一二〇	一四〇〇	一六八〇	一九七〇	二八一〇
五四	八七五	一一七〇	一四六〇	一七五〇	二〇四〇	二九二〇
五五	九〇七	一二一〇	一五一〇	一八二〇	二一二〇	三〇三〇
五六	九四〇	一二五〇	一五七〇	一八八〇	二一九〇	三一四〇
五七	九七五	一三〇〇	一六三〇	一九五〇	二二八〇	三二五〇
五八	一〇一〇	一三五〇	一六八〇	二〇二〇	二三六〇	三三七〇
五九	一〇四〇	一三九〇	一七四〇	二〇九〇	二四四〇	三四八〇
六〇	一〇八〇	一四四〇	一八〇〇	二一六〇	二五二〇	三六〇〇
六一	一一二〇	一四八〇	一八六〇	二二三〇	二六〇〇	三七二〇
六二	一一六〇	一五四〇	一九二〇	二三一〇	二六八〇	三八五〇
六三	一一九〇	一五九〇	一九八〇	二三八〇	二七七〇	三九七〇
六四	一二三〇	一六四〇	二〇五〇	二四六〇	二八六〇	四一〇〇
六五	一二七〇	一六九〇	二一二〇	二五四〇	二九六〇	四二三〇

六六	一三一〇	一七四〇	二一八〇	二六二〇	三〇五〇	四三五〇
六七	一三五〇	一八〇〇	二二五〇	二七〇〇	三一四〇	四五〇〇
六八	一三九〇	一八五〇	二三二〇	二七八〇	三二三〇	四六二〇
六九	一四三〇	一九一〇	二三八〇	二八六〇	三三四〇	四七六〇
七〇	一四七〇	一九六〇	二四五〇	二九四〇	三四三〇	四九〇〇
七一	一五一〇	二〇二〇	二五二〇	三〇二〇	三五三〇	五〇四〇
七二	一五六〇	二〇八〇	二六〇〇	三一一〇	三六四〇	五二〇〇
七三	一六〇〇	二一三〇	二六六〇	三二〇〇	三七三〇	五三二〇
七四	一六四〇	二一九〇	二七四〇	三二八〇	三八三〇	五四八〇
七五	一六九〇	二二五〇	二八二〇	三三七〇	三九四〇	五六一〇
七六	一七四〇	二三一〇	二九〇〇	三四六〇	四〇五〇	五七九〇
七七	一七八〇	二三七〇	二九七〇	三五五〇	四一五〇	五九四〇
七八	一八三〇	二四三〇	三〇四〇	三六四〇	四二六〇	六〇九〇
七九	一八八〇	二五〇〇	三一三〇	三七五〇	四三七〇	六二五〇

八〇	一九二〇	二五六〇	三二〇〇	三八四〇	四四九〇	六四〇〇
八一	一九六〇	二六二〇	三二八〇	三九三〇	四六〇〇	六五八〇
八二	一〇二〇	二六九〇	三三六〇	四〇三〇	四七一〇	六七三〇
八三	二〇七〇	二七六〇	三四五〇	四一四〇	四八二〇	六九〇〇
八四	二一二〇	二八二〇	三五三〇	四二四〇	四九四〇	七〇八〇
八五	二一七〇	二八九〇	三六一〇	四三四〇	五〇七〇	七二三〇
八六	二二二〇	二九六〇	三七〇〇	四四五〇	五一九〇	七四〇〇
八七	二二七〇	三〇三〇	三七八〇	四五五〇	五三〇〇	七五九〇
八八	二三二〇	三一〇〇	三八六〇	四六五〇	五四二〇	七七五〇
八九	二三八〇	三一七〇	三九六〇	四七五〇	五五五〇	七九一〇
九〇	二四三〇	三二四〇	四〇五〇	四八六〇	五六七〇	八一〇〇
九一	二四八〇	三三一〇	四一四〇	四九七〇	五八〇〇	八三〇〇
九二	二五四〇	三三九〇	四二四〇	五〇九〇	五九三〇	八四九〇
九三	二六〇〇	三四六〇	四三三〇	五二〇〇	六〇七〇	八六九〇

九四	二六六〇	三五四〇	四四二〇	五三一〇	六二〇〇	八八六〇
九五	二七二〇	三六一〇	四五二〇	五四二〇	六三二〇	九〇四〇
九六	二七七〇	三六九〇	四六一〇	五五四〇	六四五〇	九二二〇
九七	二八三〇	三七六〇	四七〇〇	五六六〇	六五九〇	九四〇〇
九八	二八九〇	三八四〇	四八一〇	五七八〇	六七三〇	九〇〇〇
九九	二九五〇	三九二〇	四九一〇	五八九〇	六八七〇	九八〇〇
一〇〇	三〇〇〇	四〇〇〇	五〇〇〇	六〇〇〇	七〇〇〇	一〇〇〇〇

由表之左方數之，第一行中，小之自坐高僅有三〇厘米者（虛弱之初生兒）起，大之至坐高一〇〇厘米者（巨人）止，各以一厘米之差順次排列坐高，而自第二行至第七行止之各行中，則有與三〇厘米（最小價）乃至一〇〇厘米（最大價）相當之需用量以 N_{min} 價計算者排列於其中焉。

第二行之價（三〇厘米）自係最小價。第三行之價（四〇厘米）僅適用於取坐業之成年男女而不適用於應成長或運動之小兒。第四行之價（五〇厘米）則適用於橫臥之乳兒及直立工

作之成年男女。第五行之價（六 cm^2 ）適用於成長中之小兒或從事輕度勞動之成人。第六行之價（七 dm^2 ）適用於遊戲中之小兒或為相當工作之成人。最後之行（一〇 dm^2 ）所示者為最大價。若欲將用 *Nern* 所表之價換算為卡之價，但須以一·五除之即可。此外 *Pirquet* 氏尚製有便於算定需用量之圖表焉。

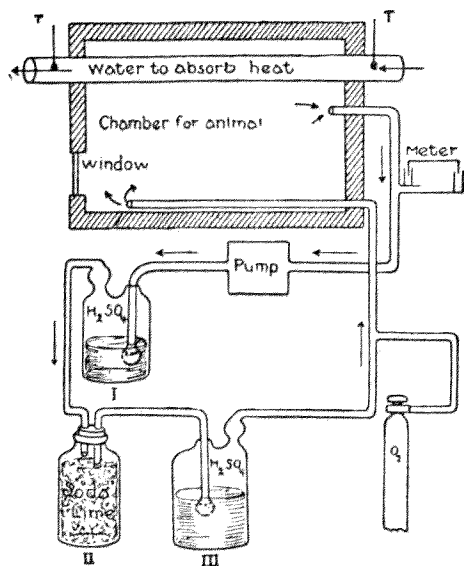
以上為 *Pirquet* 氏所發表最新營養說之大要。氏之 *Nern* 說，在決定食物需用量之點及打破體重本位與卡本位之舊營養說而別開生面之點，均有堪以注目之價值。然欲如 *Pirquet* 氏之以坐高為基礎而決定營養而乃至考慮坐高對於體重之關係以判定營養之良否，其先決問題，務宜慎重考察此等關係是否不問人種、年齡、性別、體格如何均能一律正確適合。就此點言之，*Nern* 說亦頗有不少之弱點也。

第四節 基本新陳代謝

吾人苟欲直接測定新陳代謝，明瞭出入身體之勢力收支，則如上所述可用 *calorimeter*，其

測定人體內勢力發現量所適用者則爲 Atwater, Benedict 氏之氣體交換熱量計（參照第十五圖及第十六圖）。由熱量計直接測定勢力發現量，同時並測定氣體交換之價，由此間接算定勢力發現量，彼此相俟，乃能舉精確之成績焉。基本代謝之意味，如上所述，乃指身心安靜空腹橫臥而肌肉、神經、消化器等儘量輕減機能之狀態中之新陳代謝而言，而其值因身長、體重、性別、年齡等而不同，自不待言。當吾人欲比較各人之基本新陳之際，以與體重一妊相當之卡表之，自亦一法，然嚴格言之，僅於兩者略具同一體型、同一體重、同一身長時可以適用，否則爲不合理，蓋在大小不同如大人與小兒者，其勢力發現之量，若依單位體重分割之，則顯然不同，其小者常較大者發現比較多量之勢力故也。吾人由身體發現勢力之際，其佔最大量者，乃由身體表面所發散之熱。今試取相似形之大物體與小物體而測其全表面積，則其絕對值自以大物體爲大，然若取其以重量除全表面積所得之值即表面積對於單位重量之比較，則小物體反勝於大物體。依此理由，其與體重一妊相比而有比較的廣大表面積之小兒，就單位體重言之，實較大人失去熱量尤多而其基本新陳代謝亦較活潑也。

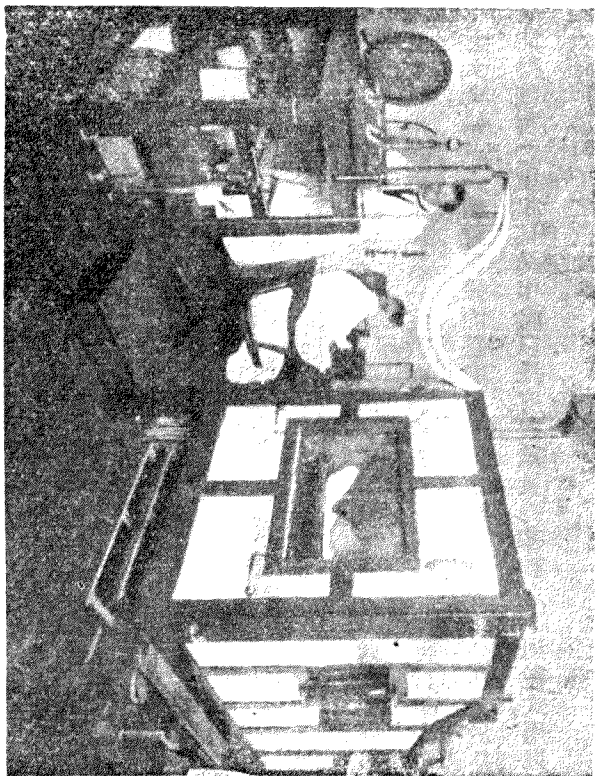
因有此種關係，故表示基本代謝之時與其謂每單位體重若干，毋寧謂每單位體表面積若干（一平方米）反較合理。詳言之，即測定人體之全表面積，以之除勢力消費量，依各年齡而測定體表面積一平方米每一小時之基本代謝之標準價，則由此頗易算定某指定之人之基本代謝。其測



第十五圖 氣體交換 calorimeter 模型圖

空氣由人或動物所居密閉之室中由唧筒之作用隨矢之方向一面循環一面呼出。此時水為硫酸所吸收碳酸氣則為曹達液所吸收而即被定量。又其所攝取之養氣乃由養氣貯筒 O₂ 補充之故將其定量即可知氣體交換價焉。又此時所發出之熱量使其吸收於水中可由寒暑表 T 之溫度上昇計算而測定之。

第十六圖 Atwater-Benedict 氏氣體交換 calorimeter 圖



定人體表面積所用方法，係以一定表面積有精密之一定重量之紙，仔細貼於身體表面使其毫無遺漏，然後由該紙之重量求出人體之表面積，然一一依此實行，殊非易事，於是學者遂以許多測定之成績為基礎而製成容易算定體表面積之一定數式，其數式之中最初製成者即下列之 *Mayer* 氏之數式也。

$$O = 12.3 \times \sqrt{C^2}$$

O.....體面積

C.....體重

然此式不甚正確，於是美國之 *DuBois* 氏兄弟乃就身體各部如頭部、軀幹、上膊、手等一一測其長度與周徑，於其相乘積再乘以某一固定數而算出各部之面積，然後再行集合而求其全表面積。其所發表之方法如此，惜其成績雖正確而甚費事，且測定時又必須十分注意，於是 *DuBois* 氏等為更欲簡單且能得確實之價起見又作成以長度與重量為基數之下列數式，用以代替以長度、周徑等單純之線的計測為因子之數式焉。

$$A = W^{0.425} \times H^{0.725} \times 71.84$$

A.....體表面積 W.....體重 H.....身長

由此數式既知身體面積，且平均其測定之結果而知其對於單位體表面積之標準的基本代謝，則各人所要之基本代謝即易算定矣。據 *Dubois* 氏等之研究成績，其各年齡中男女之標準的基本代謝有如下表：

年 齡	男子每一小時之標準基本代謝	女子每一小時之標準基本代謝
一四—一六	四六·〇 卡	四三·〇 卡
一六—一八	四三·〇	四〇·〇
一八—二〇	四一·〇	三八·〇
二〇—三〇	三九·五	三七·〇
三〇—四〇	三九·五	三六·五
四〇—五〇	三八·五	三六·五

五〇一六〇	三七·五	三五·〇
六〇一七〇	三六·五	三四·〇
七〇一八〇	三五·五	三三·〇

【例】試求身長一七〇釐、體重七〇斤、年齡五十七歲之男子之基本代謝。

先計算其體表面積 A，

$$A = 70^{0.425} \times 170^{0.725} \times 71.84 = 1.8 \text{ 平方米}$$

即可知此人有一·八平方米之體表面積，而五十七歲之

男子一平方米每一小時之標準基本代謝為三七·五卡，故由次式可知此男子一小時所要之基本代謝為

六七·五卡，即

$$1.8 \times 37.5 = 67.5$$

日本高比良博士曾就日本人之體表面積以測定之成績為基礎將上記 *Dubois* 氏之數式改訂如下，使其適合於日本人體焉。

$$A \times W^{0.427} \times H^{0.718} \times 74.49$$

高比良氏又發表下記之值為日本人每一小時一平方米之標準基本代謝。

年 齡	男	子	女	子
二〇—三〇	三七·八三	卡	三四·三四	卡
三〇—四〇	三七·三三		三三·八四	
四〇—五〇	三六·八三		三三·三四	

然以上根據以體表面為基礎之所謂體表面法則之算定法亦不能謂為滿意，蓋因此種法則乃假定由各人之同大體表面常有同一量之勢力發散，此種假定未必得當也。又用此數式，則關於性別、年齡及組織之活動性亦惜其未有充分之考察，於是 Benedict, Harris 氏等乃基於多數之實測成績，將體重、身長、年齡、性別等與基本代謝最有密切關係之事項加入考慮之中，而發表確實數式可算定一日間之基本代謝者焉。

一歲以上之男子 $66.47 + 13.75 \times \text{體重} + 5.0 \times \text{身長} - 6.75 \times \text{年齡}$

一歲以上之女子 $65.09 + 9.56 \times \text{體重} + 1.85 \times \text{身長} - 4.67 \times \text{年齡}$

一歲以下之男兒 $-22.1 + 31.05 \times \text{體重} + 1.16 \times \text{身長}$

一歲以下之女兒

$1.44.9 + 27.84 \times \text{體重} + 1.84 \times \text{身長}^2$

【例】體重五〇斤身長一五〇厘米年齡二〇歲之男子一日間之基本代謝

$$66.5 + 13.75 \times 50 + 5.0 \times 150 - 6.75 \times 20 = 1380 \text{卡}$$

據 Benedict, Harris 氏等之結論，則體重與身長均與基本代謝有連帶關係，而後者尤為親密。又每一日間之基本代謝在成人則隨年齡之長進而遞減，普通女子之基本代謝之價較男子為低。又因營養狀態亦可左右，即早晨覺醒空腹靜臥之際較熟睡時亦已見有一三%之增加，持續性飢餓之際基本代謝之價常較普通時為低，而體重之減少亦能使其值降低。劇烈勞動以後，即使絕對安靜，而其運動時代謝亢進之影響尚不免留存，在一定時間內其基本代謝仍高。

如上所述，基本代謝自身在種種條件之下雖有若干之動搖，而在身體方面，於活動之際尚有若干之消費的勢力應其程度而加於基本代謝之上，自不待言。以下請就此述其主要之點。

第五節 攝取食物所致代謝之增進

吾人攝取食物，則一面由消化器官之機能旺盛，一面由所消化吸收之食物中之養素輸入血中循環全身之際，刺激組織細胞使其活動加強，由此兩端，遂喚起代謝之增進焉。此等關係，若使在飢餓安靜狀態中之人攝取一定之食物，即可檢索而得之。遇此種情形時，其影響常因食物之種類及分量如何而有大小，縱使同一分量，而在攝取富於蛋白質之食物如肉類時，較攝取缺乏蛋白質之食物如穀物、馬鈴薯等時，其代謝增進遙為顯著。在實際上，攝取多量肉類之時，食後二小時代謝即增加至四〇%之多。脂肪及碳水化合物較蛋白質增進代謝較少，據云係因蛋白質消化分解所生之各種氨基酸能與細胞以最強之刺激所致也。如上所述，此種作用稱為各養素所有特殊之勢力發現作用。因有此種關係，故在飽食後新陳代謝常見增高而體溫亦增，反之，在飢餓時乃降低焉。普通營養狀態中因此所致之代謝增進程度可視為約一〇——一二%，即假定基本代謝為一三〇〇卡，則一日間不過有一五〇卡至多二〇〇卡之增加而已。

第六節 氣溫及環境所致代謝之影響

溫血動物在氣溫低時代謝作用即見增進，反之，氣溫高時即見減退，此即不論外界氣溫如何常欲保持一定度體溫之化學的調節法也。在熱帶地方據稱代謝可低減約一〇—一二%云。

在高山或海上，則代謝因強度光線（紫外線）風或其他之刺激而顯著增進。病弱者及小兒對此尤為過敏。

第七節 作業所致代謝之增進

心的作業對於代謝之影響據稱每一小時至多為七—八卡，殆無論列之必要。主要問題乃肌肉動作所致之代謝增進，此在各種作業影響於代謝之各種事項中最有重大之意義。今關於各種作業之代謝增進，將 *Becker* 氏所得之成績概括示之如下表：

各種作業每一小時之代謝增進

精神工作

七—八卡

寫字

二〇

裁縫(職業)	三一—八八
雕刻石板(立業)	四〇—五〇
製本(女、輕業)	四三—七一
製本(男、稍重業)	九〇
製靴工	八〇—一一五
塗工	一三七—一七六
細木工	三〇〇—三三〇
鋸木工	三九〇—四三〇
* * * * *	
打掃	八七—一七四
洗衣(家庭)	一三〇
洗衣(職業)	二三〇

次表所示者乃各種競技運動所致代謝增進度之大勢。

各種競技運動每一小時之代謝增進

直立	二〇—三〇	卡
步行	一三〇—二〇〇	
行軍(攜帶背囊)	二〇〇—四〇〇	
自轉車	一八〇—三〇〇	
自轉車(逆風等時)	六〇〇	
游泳	二〇〇—七〇〇	
賽船	一二〇—六〇〇	
滑雪	五〇〇—九六〇	
滑冰(急速)	三〇〇—七〇〇	
快跑	五〇〇—九三〇	
登山	二〇〇—九六〇	
角力	九八〇	
擊劍	五三〇—五八五	

美國方面測定此種關係由 *Rask* 及 *DuBois* 兩氏所報告之成績舉之如次：

各種動作所致之代謝增進

(被檢者爲體重七〇斤之普通男子、基本代謝每一小時七〇卡)

動作	所增加之%	每一小時所增加之%
攝取食物	五—一〇	四—七
靠於椅上	八	六
在椅上輕度勞動	二—九	二—〇
在牀上不安靜	一〇—一〇〇	一四—七〇
步行(一小時二·七哩)	二—三〇	一—六〇
登山(一小時二·七哩)	五—八〇	四〇—七
自轉車(急行)	七—五〇	五—二九

第八節 需給勢力之算定

若就個人知其基本代謝且能測其各種工作時所起之代謝增加量，則對於在某條件下營生活之人所應供給之勢力應為幾何即可確實算定。茲示其一例如下：

【例】身長一七〇厘米、體重七〇斤、年齡五〇—七〇歲之男子，每日在事務室工作一四小時，步行二小時，睡眠八小時者，其一日中之勢力需給量算定如下：

(a) 體表面積一八平方米。

(b) 每一小時中體表面每平方米之基本代謝三七·五卡。

(c) 每一小時之基本代謝 $1.7 \times 37.5 = 63.75$ 卡

(d) 攝取食物時之代謝增加(作為一〇%) $63 \times 0.1 = 6.3$ 卡

(e) 睡眠時每一小時之代謝(基本代謝加進食之代謝增加) $63 + 7 = 70$

(f) 事務室中每一小時之代謝增加，二九%之增加 $63 \times 0.29 = 18.27$

(g) 步行每一小時之代謝增加，二三〇%之增加 $63 \times 2.3 = 144.9$

此時一日間所必需之勢力量如下：

$$I. \text{ 睡眠時間八小時之量} = (c+d) \times 8 = (63+7) \times 8 = 600$$

$$II. \text{ 事務室內之工作十四小時之量} = (e+f+g) \times 14 = (63+7+20) \times 14 = 1330$$

若欲容易算定大體之所要勢力，使用左表，頗為便利。

男子		每小時所要之卡
睡眠		六五
靜坐		一〇〇
輕度之勞動		一七〇
活潑之勞動		二九〇
劇烈之勞動		四五〇
甚劇烈之勞動		六〇〇
女子		
安靜		六一
裁縫		七〇

打掃	一〇一
洗濯	一一〇
熨物	八六
洗滌食器	九〇

今假定普通之男子睡眠八小時、靜坐六小時、輕度勞動十小時，則由以下之計算，一日中需要二八二〇卡。

每一小時之卡	所要之卡
睡眠(八小時)	六五 $65 \times 8 = 520$
靜坐(六小時)	一〇〇 $100 \times 6 = 600$
輕度勞動(十小時)	一七〇 $170 \times 10 = 1700$
二十四小時之勢力全量	2820

據 RAY 氏，則普通之男子在各種生活狀態之下所要求之卡量大約可立標準如次：

生活狀態

一日中所要之卡

二十四小時睡眠、飢餓、絕對安靜

一六八〇

二十四小時睡眠、進食、絕對安靜

一八四〇

睡眠八小時、在椅上輕度工作十六小時、進食

二一七〇

睡眠八小時、椅上工作十四小時、中等勞動二小時、進食

二五〇〇

睡眠八小時、椅上工作十四小時、劇烈勞動二小時、進食

三〇〇〇

農夫

三五〇〇

鋸木工

五〇〇〇

自轉車競走

一〇〇〇〇

其次兒童一日所要之卡，可用下列之標準表之：

年齡

一日中所要之卡

一—二歲

九〇〇—一二〇〇

二—五歲

一二〇〇—一五〇〇

六—九歲

一四〇〇—二〇〇〇

一〇—一三

一八〇〇—二二〇〇

一四—一七女兒

二二〇〇—二六〇〇

一四—一七男兒

二五〇〇—三〇〇〇

Atwater 氏曾假定父之卡爲一，再求其他家族各員之比較價而立以下之標準：

父

一・〇卡

母

〇・八

男兒一四—一七歲

〇・八一—一・五

女兒一四—一七歲

〇・七一—一・〇

兒童一〇—一三歲

〇・六一—一・〇

兒童六—九歲

〇・五

兒童二—五歲

〇・四

兒童二歲以下

〇・三

青春期中之男兒，因竭力活動之結果，反有要求較父絕對高之卡量者。

第五章 食物之調理

第一節 調理之目的

調理食物之主要目的歸着於以下二點：

- 一、使食物清潔而美味。
- 二、使食物易於消化吸收。

此二點多係互相並行，吾人爲欲達此目的之故，乃應用理學的及化學的作用。其理學的手段，即用機械的方法使食物細碎，其尤重要者即利用火力是也。其實人爲用火之動物，而火之最初之應用有足令人思其爲火食者，蓋由 *Prometheus* 所教之火力以達調理之目的最爲有效也。就中欲充分利用不易消化吸收之植物性食品之養素，則以煮熟爲最緊要，即由熱之作用而食品中難

消化之成分如纖維等即可膨大柔軟而易消化，於豆類之食品則尤然。遇此種情形時，用「無火焜爐」由其容易煮軟之點及燃料經濟之點言之，均極合於理想。同一應用火力也，而煮與燒乃異其趣，烘烤之時，食品表面之蛋白質乃因熱而凝固，而其內部富於嗜好素之美味液汁損失甚少，反之，烹煮之時，其嗜好素均溶出於湯汁中而美味遂亦減少，其以文火煮至甚久者尤然，故煮肉類時苟欲保存肉味，則煮汁宜少，且宜將肉片置熱鍋中使其表面立即凝固，然後始可加以醬油或糖等，反之，若欲使羹湯味美，則用冷水徐徐煮之為佳。又蔬菜牛乳若煮之過度，則活力素將被破壞，此節前已詳述之矣。

化學的作用之應用，即加味之謂。此在食物之調理上亦甚重要，自不待言。生活體為自己生存而欲滿足食慾，亦猶為種屬延續而欲滿足性慾者然，乃由堅強之要求而出發者，而前者實較後者尤為普遍，尤為永續，即由此點思之，亦更有重大之意義也。動物對於食慾之滿足，亦與性慾相同，均聽自然之所賦與而自滿足，而人類則超越自然，更能由調理而求味覺、嗅覺及視覺之滿足，務使食慾增進。語云，「調理者文明之尺度」，文化愈進，則調理之方法亦愈發達，有如是者，是固進化之大

論食物問題之際，固不能蔑視味覺，然亦不可不常以理性調節而制馭之，是實文化生活之一根本要義也。試觀痛風、風溼痛、肥胖病等之多見於養尊處優之上流階級，腎臟炎、胃腸病、骨軟化症及早衰等之隨文明而增加，吾人能不憬然而悟，惕然而知所戒慎乎。

第二節 調理上重要之考慮

爲達到調理之目的起見，不特須使風味佳良，且對於形態色彩之配合諸點亦務須加以注意。此等不獨爲滿足美的嗜好之所必要，且如次節所述，由進食之快感能促進消化液之分泌，使其食物充分消化吸收，由此點言之，固亦大有利益也。

調理之際，不特對於營養之理法、美感之滿足等不可不加以注意，而在衛生方面、經濟方面亦務須充分加以考慮。吾人念及許多傳染病菌常由食物而侵入體內，或因調理器具不良以致引起中毒，則衛生與調理之間實有不可分離之關係，固不言可知矣。又卽就經濟方面觀之，若念及食物

之問題不獨爲一人一家之問題，且與國家之休戚有關，則不得不謂「庖廚之鍵卽國家倉庫之鍵」，前次之世界大戰，關於此事固曾與吾人以最痛切之教訓矣。

第六章 食物之消化

第一節 食物消化之意義

如上所述，生物由外界所取之食物乃由有機及無機之化學成分而成，其中之有機成分尤其蛋白質各具獨特之固有性，攝入體內之後，即成爲具該生物之固有性之蛋白質，故勢非經過繁複之手續不可。詳言之，即無論其爲穀物，爲蛋白質，爲鳥獸肉之蛋白質，雖其本性各異，然一經攝入人體，則皆可成爲具有人體固有性質之蛋白質，若僅由其原狀，則決不能呈此變化，此即所謂消化之根本要義也。夫食物中之有機化合物多係較大之分子，以水中不溶解之物質佔多數，因亦不能即此通過腸黏膜而被吸收。自來學者僅知注目於此種關係而主張消化之目的乃在於分解此等不溶性物質將其變爲可溶性物質俾使吸收之一點，夫此事自亦必要，然據最近之學說，則較此更重

要之消化之目的乃在於將種性互異之各種食物中之成分均改造爲具有該動物固有性之成分，固已如上所述矣。

今試將此點就蛋白質之消化加以說明。若消化之目的僅在於分解蛋白質之大分子爲小分子使其通過動物性之膜而吸收於體內，則但將蛋白質分解爲 *pepton* 已足，蓋 *pepton* 具有容易通過腸膜之性質也。惟事實則反乎是，乃將蛋白質分解至較 *pepton* 尤細之程度即至氨基酸之階級耳。

蛋白質所以分解至如此微細程度之故，因其爲完成上述改造作用之必要條件。例如今欲建築學校而將與學校用途不同之劇場或工廠買入改造，勢非將此等建築物儘量拆毀由其中選取可供建築學校用之材料而適當改組之不可，蛋白質改造之情形亦正與此相同也。

今由此種立腳點而觀察吾人之營養，約可區別爲三個時期。第一期爲胎生期，胎兒乃由與自身同種屬且與自身血緣最近之母體血液中以胎盤之媒介直接攝取營養物於體內，故其情形宛如買入原有之學校而用於學校建築者然，其改造之手續極爲簡單，胎生時之所以不以消化器官

爲必要者，卽以此故。其次在產生後之初期，乃以含有適度之一切養分之理想的食品卽乳汁爲唯一之糧食。然試思此時之有機成分之本性，則母乳應與乳兒之體成分最爲相近，由此可知母乳之有最優營養價值矣。無論如何，在此時期中，乃由較易消化且含有同一化學成分之物質所養育，故其改造手續較爲簡單而消化器之辛勞亦少，此卽第二期之營養狀態也。更進至哺乳期終了而攝取多種多樣之食物，則其所輸入之養分其本性乃千差萬別，且皆非改造爲自己之體成分不可，故其手續自必非常複雜。若假定胎兒一離母體而入外界卽非行此複雜之工作不可，則其幼稚之消化器恐必不能堪此任務而終必不免於死，是卽第二期中所以營養簡易依此訓練腸胃以後始轉入複雜之第三期也。

第二節 消化管及酵素

然則行此複雜之改造作用卽消化作用究有何器官且講何種手段乎。曰，人類以及多數動物有所謂口腔之長管自此貫通體內再於所謂肛門之部分開口於體外，此消化管之周壁中隨其部

位如何而分別具有肌肉、齒牙等適當之組織，或能嚼碎食物，或攪拌之，或輸送之，因此行消化及吸收所必要之理學的作用，同時在消化管之內面，又有許多稱爲腺之器官在彼開口，而注入種種之消化液於消化管中，此消化液中實含有各種酵素，由此引起複雜之有機成分之分解，此即消化之化學的方面也。所謂酵素者，原爲一種之觸媒，即能引起觸媒作用者也。

觸媒作用者，因有極微量之某種物質存在，而能引起極多量物質之化學反應之謂也。例如酵素之一種曰凝乳酵素 (casein) 者，實具有能使四十萬倍乳汁中之蛋白質即乾酪素凝固之性質。他若觸媒之一種即白金之膠狀液則能分解較自己之量多至百萬倍以上之過氧化氫，凡此皆觸媒作用也。

如上所述，觸媒爲量極微而能左右極多量物質之反應者，乃因觸媒一面促進一定之化學反應，而其自身卻不投入此化學反應之漩渦，因亦不致轉入其終局產物中，故雖屬微量，亦仍能反覆發生作用也。要之，無觸媒即不易行之分解作用亦因有此之故而進行極速無所阻礙，此其情形與摩擦太大運轉極遲之機械一經塗油運動即速者，可正相若也。

第三節 口腔內之消化作用

固形之食物先爲齒牙尤其切齒所嚼碎，再由臼齒加以研細，是曰咀嚼，此際因咀嚼肌之作用下頷之齒列乃與上頷之齒列合緊而互相研磨，因此食物遂被磨碎焉。至於咀嚼，乃決定消化全運命之有力作用，久時細嚼，則養素之吸收可以完全，而味覺亦能充分作用，故以少量之食物即能使食慾滿足，此其利益也。如此食物被咀嚼之際，常由在口腔內開口之三對大唾腺（腮腺、頷下腺、舌下腺）及其他口腔黏膜中之多數小腺分泌唾液而混和於食物中。唾液中含有一種稱爲唾液素（*ptyalin*）之酵素，此種酵素，作用於澱粉，有將其分解至麥芽糖之機能。此外尚有稱爲 *maltase* 之酵素，能分解麥芽糖爲葡萄糖。

唾液之分泌，因延髓中有唾液分泌中樞由此分出唾液分泌之神經，一部分由某種腦神經，一部分由交感神經而到達於唾腺，故食物與口腔黏膜相接觸對於味覺神經引起興奮，其結果遂以反射的作用喚起唾液之分泌焉。如此種反射作用，乃人類生來所具之機能，無論何時均必有之。故



第十七圖 Pavlov 氏肖像

Pavlov 氏稱之曰無條件反射。然唾液分泌之中樞與大腦有密切之關係，故由精神作用而受影響頗大，此乃吾人日常之所經驗，空腹之時，偶思美味，則唾液油然而生，語所謂「望梅止渴」即其明證。彼以消化生理學聞名於世之 Pavlov 氏曾利用此種關係，從事訓練，使一定之精神作用與唾液之分泌相關聯，據此由唾液分泌之狀態將一定之精神作用作純客觀的分析竟得成功，此可謂於近代之生理學及精神科學之研究別開生面者矣。例如使犬聞一定之聲音或視一定之形狀，同時與以肉食，依此將其聞聲觀形之精神作用與唾液分泌之機能相連結，則其後該犬僅聞此種聲音或見此種形狀，則其唾液之分泌即已甚盛。此種後天所得之反射，稱之曰條件反射。

Pavlov 氏用此方法，竟能由客觀的方面正確判斷犬之精神作用。例如由此測知犬之聽覺能力遠出吾人之上，人類所能聞之音調最低為三十振動數，最高為五萬振動數，而犬則能判別具有最低七十最高九萬振動數之高音。又以一定之音調作成條件反對，則音調即較此稍異亦已不起反射，故由此方法，犬即相隔數日，猶能由原音辨別高低四分之一之音調，若在人類，則決無如此銳敏之聲音辨別力與記憶力也。

唾液之生理作用，不特由其中所含之酵素即唾液素而起澱粉之消化作用，且能由唾液使食物溶解而充分玩味之，且由玩味而有促進唾液分泌之利益。不特此也，刺激物入於口腔，則唾液即分泌極盛，以便將此刺激物稀釋或除去之。又由咀嚼而咬碎之食物，常因唾液之浸潤混和成爲黏滑而適於嚥下之性狀，即苟無唾液之分泌決不能嚥下食物也。此外唾液又能保持齒牙之清潔而防其爲食物殘滓腐敗時所生之酸等所腐蝕焉。

第四節 胃內之消化

適當嚼碎且爲唾液所浸潤之食物先由舌之運動而成爲相當大小之團塊，次由口腔及咽腔肌肉之作用其大部分乃被囫圇吞下，而小部分則徐徐經由食管而被送入於胃中，是即所謂吞嚥作用。胃乃消化管中最膨大之部分，其與食管相接之部分曰賁門，自此以下則爲胃體，其次爲幽門，幽門則與十二指腸相連續焉。

夫胃由其機能上論之原可謂由二部分所合成，其左半部即賁門及胃體，乃食物之貯藏部，反

之，右半部即幽門部則爲食物之輸送部，故若檢查胃壁肌肉之發達狀況，則在賁門部及胃體較爲微弱而該部之運動亦極不活潑，反之，幽門部之肌肉則頗發達，其運動亦極活潑，能以強度壓力將食物向腸管擠出焉。

嚥下之食物由食管經賁門而入於胃中，則其食物整然分層堆積於賁門部及胃體中，因之此部之胃壁乃被伸張而加一定之壓力於內容物焉。昔時均信此際胃體及賁門能起激烈之運動而攪拌其內容物，然據近時之研究，乃知其完全錯誤，其法將食物作種種之着色，使動物順次嚥下之後，其胃凍結割斷而檢查其內容，即見各種食物層次井然。又 Cannon 氏因欲於自然之狀態觀察胃腸之運動，遂應用 X 線一一施行檢查，卒對於一般消化管之運動獲有重要之成績。詳言之，即用具有吸收 X 線之性質之無害物質如硫酸鋇、碳酸鋇之類混和於食物中使之嚥下，然後以 X 線照之，則含有食物之部分乃成爲黑影而映照於鉑氰化鋇之膜片上，故由其陰影之運動狀態即可完全觀察胃腸運動之自然狀況。由此種之研究，可以證明賁門部及胃體運動極爲緩慢，而此等部分之任務則以貯藏食物爲主。又由此 X 線照射之應用，關於胃癌、腸狹窄等種種病變之有無或其狀

況如何在診斷上乃有非常之進步。如上所述當食物貯藏於賁門及胃體部之期間內，胃液即已開始分泌，由與胃黏膜接觸之食物層先行消化，其已被消化之物則以賁門部及胃體部肌壁之壓力被輸送於幽門部焉。

食物停滯胃內其時間之久暫雖因食物之理化學的性狀而不一律，然視爲二小時至五小時當無大過。普通液體離胃較早，吾人所飲之水不過十數分時即已移轉入腸，而多含脂肪之食物則停滯胃中甚久，且能令人感覺飽滿，反之，富於碳水化合物之食物則迅速去胃而易起空腹之感，其富於蛋白質者則居乎兩者之間。又堅硬之物及甚冷甚熱之物等亦停滯胃內頗久。

茲關於胃液之分泌尙有一言之必要。夫研究胃液之分泌本有許多困難，蓋僅僅取出胃內容物而加以研究，則其所得之胃液決不純粹，不免有食物成分混和其中，故即胃液之真相亦不能明瞭，況其分量的關係或分泌之時間的關係，則更非由此方法所能知矣。然自 Pavlov 氏出而戰勝此種困難且發明根本研究胃液分泌之方法以來，關於該方面之知識乃豐富許多矣。

Pavlov 氏爲此項目的曾施兩種方法。其一曰虛飼養法，其二曰小胃形成法。虛飼養法係將

試驗動物例如犬之食管割斷，取其上端之切口縫合於頸部之皮膚孔中，故其所咀嚼嚥下之食物乃經過此孔而仍流出於外界，此即虛飼養法之所由命名也。此外同時又作一胃瘻，所謂胃瘻者，即於腹壁及胃壁各穿小孔將其縫合而由此小孔以檢查胃內容物之方法也。是故利用此虛飼養法所研究者乃食物甫經嚥下尚未入胃之時胃液究竟分泌與否之問題，Pavlov氏由此方法曾證明進食之時即使食物尚未入胃而胃液之分泌固早已十分旺盛云。

由此虛飼養法遂知胃液之分泌亦與唾液之分泌相同，乃因精神作用而顯著感應者。吾人對於食物有充分感覺愉快之時，即見胃液分泌甚盛，反之，情緒甚不愉快之時，則胃液之分泌即見停止。是因延髓之一部分有主宰胃液分泌之中樞，如就唾液分泌所已述者然，因大腦精神作用所伴發之生理作用或因口腔鼻腔中感覺神經之興奮經由此中樞所分出之胃液分泌神經而喚起其分泌故也。

胃液之此種反射性分泌，在食物尚未到胃之前，固早已喚起。然食物入胃以後胃液亦尚分泌與否，是亦不可不加檢查，對於此項目的，Pavlov氏乃應用小胃形成法焉。

小胃形成法乃以一定之手術割開胃之一部分，縫合爲盲囊狀，將其開口部再縫合於腹壁上所設之小孔，俾由此小孔可得觀察小胃之狀態。此際若能使小胃與原胃間之血管及神經勿受損傷，以自然的狀態保持連絡，則可杜絕因原有神經系而發生之反射性分泌作用，而與胃中同樣之狀態亦可發生於小胃焉。既施此種手術，再將兩側迷走神經之含有胃液分泌中樞所分出之胃液分泌神經者切斷後，食物吞入胃中即見胃液分泌甚爲旺盛云。

此種現象，乃起於食物直接與胃粘膜接觸之時，與分泌神經並無關係，故即使切斷迷走神經亦依然可以發現。然則此種分泌果何由而生乎，曰，輸入之食物與胃粘膜尤其與幽門部粘膜互相接觸即造成某種特殊化學成分即一種之刺激素（*toinone*），此物由該部分吸收入血液中隨血行而達於胃粘膜，即喚起胃腺之興奮而胃液乃分泌甚盛。蓋胃液之分泌初與唾液之分泌相同，乃因神經而發動，及既開始之後，即與神經無關，而由刺激素之作用繼續行之也。

如此因胃液之浸潤而嚥下之食物在胃之貯藏部漸被消化，而已消化之食物運至幽門部即在該部開始其活潑之運動，因此而液化之食物名曰食糜，被運送至腸之初部即十二指腸之時乃

有極巧妙之作用調節之。蓋在十二指腸與幽門部之境界上有所謂幽門括約肌者，其收縮時能使胃之開口部閉塞，故欲將胃內容物送入十二指腸則幽門部胃壁之肌肉須起蠕動，同時幽門括約肌並須弛緩而放開出口，而此幽門部之蠕動及括約肌之弛緩，又因幽門及十二指腸兩者內容物之性狀如何而受顯著之影響。例如幽門部有酸性內容物，而此內容物充分液化，且其溫度亦復適當之時，及十二指腸空虛之時，幽門部之蠕動均轉旺盛，且幽門括約肌亦見弛緩，於是食糜乃得流入十二指腸。其次在十二指腸內食糜充滿至某種程度，尤其食糜爲酸性時幽門之蠕動遂見減衰，幽門括約肌乃強度收縮，因之食糜之輸入十二指腸遂亦停止。其次來至十二指腸內之酸性食糜暫時因鹼性之膽汁、胰液等之作用而成爲鹼性，則幽門部蠕動旺盛幽門括約肌弛緩，而食糜乃重新去胃而入十二指腸內焉。此事在完成消化上頗有興味且亦重要，而由一面言之，凡遇胃內容物尙未充分受消化之準備而較爲粗大之時，或消化液浸潤未透而酸性不足之時，或胃內容物溫度甚冷或太熱恐其流入腸內損害腸管機能之時，幽門括約肌乃強度收縮而幽門蠕動遂亦減衰而不許其通過。由此意味言之，胃乃嚴重之選擇機關，僅將食物之已經過適當之消化準備者送入消

化器本部之腸內者也。因有此種關係，故僅食柔軟或細切之食物，則此等食物通過胃部太速，而使腸之負擔加重，對於消化作用反足爲害。彼消極的衛生家明乎此理，當知所反省矣。

一面十二指腸又爲消化上最重要之胰液與食物混和之場所，此胰液中所含三種重要之酵素，在酸性反應之下，均不能發揮勢力，及成爲鹼性而後始能作用，故若一時有多量之酸性食糜連續送入十二指腸，則此等食物決無暇爲胰液所充分浸潤，且在酸性反應之下，胰液之消化力極爲微弱，故實有兩重之不利。胃爲避免此種不利起見，竟能自然劃定間隔，使胃內容物隨時通過少許於十二指腸內，並使胰液充分普及，且由此將酸性之物化爲鹼性，以便胰液中之酵素充分發揮其能力。噫，造化之妙，真有令人驚歎不置者矣。

胃液之重要成分乃稱爲胃液素 (pepsin) 之一種酵素及遊離鹽酸，此兩者對於蛋白質之消化常相合作，因此蛋白質乃成爲 albumosen 及 pepton。一切蛋白質僅由胃內之消化作用自不能分解至此種程度，其實所分解者僅得其半，而其餘則依然以原狀去胃而入腸也。胃液中尙含有分解脂肪之酵素，而對於脂肪之消化作用卻極微弱。碳水化合物在胃內究呈何種變化乎，曰，胃液

自身對此雖不起顯著之變化，然在未嚙下時所混和之唾液素 (ptyalin) 則在胃內尚能繼續其消化力頗久。昔時以爲食物入胃以後即被攪拌混和，因胃液而成爲酸性，同時唾液素之作用亦即停止，今已知食物乃在胃之貯藏部中順次層疊，整然有序，胃液在此部分並未立即普及於內部，故胃液素在胃內尚能繼續其作用較久，觀於前述當已了然矣。

第五節 腸內之消化

在胃內已作消化準備之食物因巧妙之幽門反射乃入於腸管最初部分之十二指腸中。腸管實爲消化及吸收之本部，即由解剖的組織的關係觀之，亦可了然。人之腸管之長度，小腸大腸合計約有十米。腸管如此之長，能使食物通過其中之時得以充分消化完全吸收，殊有利益，故在動物界中其所取食物較難消化吸收之草食動物較所取食物易於消化吸收之肉食動物若以身長爲單位而計算之，尤有更長之腸管。例如羊之腸管之長爲其身長之二十六倍，牛之腸管之長則與其身長之二十倍，犬則與其身長之五倍，貓則與其身長之四倍相當。人爲混食動物，故其腸管較純粹之

肉食動物爲長，而較草食動物爲短，即其全腸管之長約與其身長之六七倍相當也。某生物學家曾於飼養蝌蚪之時，以一羣爲肉食，一羣爲草食，俟其成長爲蛙以後，將其腸管與身長互作比較，卒能由實驗上證明食物消化吸收之難易對於腸管之長短顯有影響焉。

腸管與普通之消化管相同，亦由內、中、外三層而成。內層爲黏膜，有腸上皮細胞被覆於其表面，且有無數之腸腺在此開口而注出其分泌物即腸液於腸管之內面。此腸上皮細胞能營特殊之吸收作用，腸黏膜對於消化吸收均直接有重要之工作，故在此甚長之腸管黏膜上又生無數之皺襞，更於其表面具無數突出之絨毛，務使腸黏膜之面積增廣，俾得充分遂行其消化吸收之任務。人類之小腸表面約有四百萬個之絨毛密布叢生，其狀如天鵝絨，且因有皺襞與絨毛之故，腸黏膜之全表面積實擴大約二十倍焉。

腸管可區別爲小腸與大腸兩部分。小腸之長度平均約爲七·五米，非常迂曲盤繞。最初之部分爲十二指腸，其次爲空腸及迴腸而與大腸相接續。迴腸與大腸接續之部分，不在大腸之始端而在隔開少許之部分橫向開口，自此開口部以下之部分稱曰盲腸。在草食動物，盲腸甚大而長，而在

人類及肉食動物，則其大部分已退化而頗短，其末端有蟲狀物一條曰蟲狀垂。大腸約長一·七米，由右方側腹部起，上行至肝臟，即向左彎曲，沿肝臟及胃下緣自右至左，在脾臟之部分又復曲折，沿左側腹而下行，其次乃彎曲成乙字狀，後即直下，成爲肛門而開口於外方，故大腸有上行、橫行及下行結腸，乙字狀部及直腸等名稱，構造與小腸稍異，其黏膜中黏液腺較多，腸腺較少，而其肌肉發達之狀況等，亦有若干之差異。

腸管由平滑肌之伸縮而作兩種之運動。其一曰蠕動，即食物之輸送運動，詳言之，即飲食物輸入腸管內時，其食物所在部之上方即向口之部分因輪走肌收縮之故，腸管乃絞縮而狹窄，其末端即向肛門之部分則因輪走肌弛緩縱走肌收縮之故，腸管乃縮短而擴大，此種運動之結果，腸管內之飲食物乃順次由上方即狹窄之部分移入末端即擴大之部分，因此種運動常連續作波狀，有類於蠕蟲之伸縮，故名曰蠕動。其二可謂爲食物之混和運動。腸管各部分之縱走肌或輪走肌作整調的伸縮而隨時將腸之內容物截成片段，故有整調的分節運動之稱。又因爲此運動所截斷之腸內容物其運動搖盪如鐘擺然，故又有振子運動之稱。此種運動能使腸內容物與消化液互相混和，且

既已消化之食物，又因與新黏膜相接觸，在消化吸收上亦頗有益焉。

如上所述，蠕動發生之原因，乃因物質與腸黏膜相接觸，而與以器械的刺激所致，完全不外一種之局部反動，故能與以較大之器械的刺激者，又甚能引起蠕動，因之其物之通過腸管亦較速，反之，所與器械的刺激較少者，其引起輸送運動亦微弱，因之淹留腸管內頗久。今將骨與肉同時與犬食之，則見骨於四小時後已悉通過小腸大腸而排出體外，而肉之成分則經過三小時至六小時後，尚僅通過小腸，由此可知食物之通過腸管，乃因其性狀如何而有遲速矣。

普通植物性之食物，因富於木纖維之故，殊不易消化，因之對於腸管亦能與以器械的刺激，而使蠕動旺盛，反之，動物性之食物，則幾無含木纖維者，故若專取動物性食品，動輒有便秘之傾向，若僅以純動物性食品飼養腸管甚長之草食動物，則尤易誘起強度之便秘，致食物停滯腸內長久，因而產生種種有害之腐敗產物，致其被吸收後引起所謂自家中毒之症狀，終至危及生命。此種關係，即在人類，亦頗重要。普通文明進步，對於食品種種加工，則其物雖易消化，而一面對於腸管所與適度之刺激頗少，其結果腸管之運動動輒不能充分，甚至因而蒙不測之害者，亦復有之。都市之人，較

鄉村之人普通多患便秘，因而或訴頭痛，或尙有其他種種之消化障礙，乃無疑之事實，其原因之一部分固未嘗不在乎此，質言之，即攝取適度之不消化物，足以調整使通，輕減腸內之腐敗，在衛生上不特無害且頗有利也。

腸管之蠕動，因腸內容物之性狀如何，在生理的範圍內固顯有差異，然腸管之神經及肌肉因一定之藥物乃至病的產物之作用致其興奮性發生變化之時，亦更使其輸送之速度顯著變化，彼瀉劑或止瀉劑之一部分即根據此種關係而營藥理作用者也。

以上二種運動均由腸管中層即平滑肌之作用而起。此外中層與內層境界上之黏膜肌層亦能使黏膜營一種固有之運動，當對於腸管有強度刺激之物質輸入之時，能使其避去此種刺激。例如吾人誤將有刃之物或針等吞入腹中之際，多半能絲毫不傷腸管而安然隨糞便排出於體外，是即完全因黏膜肌層之作用，能使腸黏膜巧避其鋒鏑所致也。

小腸與大腸之境界上有一種瓣膜狀之物，能許小腸之內容物輸入大腸而不許大腸之內容物逆流於小腸內。大腸之運動雖與小腸之運動相等，然其異點即在小腸之運動方向常係一定，必

自上端開始向末端即肛門方面進行，而在大腸則有所謂逆蠕動者，不特由上端向末端而運動，且亦能由末端向上端反作蠕動焉。逆蠕動可於大腸之始部至中部之間見之。來至大腸之內容物，因此而左右運動，比較的非經相當之時間不能達於末端即直腸方面，如此久時停滯之期間內，凡水分與其他可吸收之成分均完全為所吸收，而其殘滓乃形成糞便矣。

腸管內之消化作用專賴消化液而行之。其消化液乃由三種之腺分泌物混和而成，即第一為胰腺所分泌之胰液，第二為肝臟所分泌之膽汁，第三為腸腺所分泌之腸液也。

胰腺被擁抱於左傾U字形即馬蹄鐵形之十二指腸間，其導管開口於十二指腸內面，其分泌物即由此注入。胰腺之重要成分為三種之酵素。其一為 *trypsin*，能作用於蛋白質而將其由 *albumosen*, *pepton* 更進而分解至 *polypeptido* 及各種之氨基酸。其二為胰澱粉酵素 (*amylolyzin*)，能作用於澱粉而將其分解至葡萄糖。其三曰胰脂肪酵素 (*steapsin*)，能作用於脂肪而將其分解為甘油與脂肪酸。此三種酵素遇酸即不能作用，故均非在鹼性反應之下不能發揮能力，上述巧妙之幽門反射所以必要者，即以此故。胰液之分泌常為由胃混入食糜中之鹽酸所促進，蓋因

鹽酸與十二指腸黏膜接觸之際能生一種刺激素曰分泌素 (secretin)，此物隨血液流入胰腺，即能加以刺激而促進分泌故也。分泌素不特對於胰液即對於膽汁及腸液之分泌亦有重要之作用焉。

膽汁僅含有膽酸及膽色素而不含酵素，故無直接營養消化作用之能力，然對於間接輔助消化，則有頗重要之作用，蓋膽汁富於鹼性，能中和由胃所輸入之酸性食糜，使之變為鹼性，以補助重要之胰液機能故也。脂肪之分解尤必須有膽汁而後可，不寧惟是，膽汁且能溶解脂肪分解產物之脂肪酸，使助脂肪之鹼化及乳化，對於脂肪之消化吸收方面尤有重要之助力焉。

其次腸液中又有各種之酵素。其一曰 *crepsin*，對於自然狀態之蛋白質不生作用，而蛋白質分解至某種程度時其分解物卻易受其影響，終將被其分解至蛋白質基本成分之氨基酸。此外尚有作用於澱粉之糖化酵素 (*diastase*) 作用於脂肪之 *lipase* 及作用於蔗糖之 *invertase*。又在乳兒則有作用於乳糖之 *lactase*。又在腸管內尚有鹼鹽類，具有中和酸性食糜之作用。

試觀上述之唾液、胃液、胰液、腸液等之分泌狀態，則在消化之初期，亦以神經為主。胃液之分泌，

其有待於神經之作用也甚切，即目觀自己所好之食物，亦能使分泌旺盛，Pavlov氏稱之曰精神的分泌。然食物既至胃內之後，其消化液之分泌乃出於自動作用，專為刺激素所促進，而神經作用之關係則甚少。此種關係，即在消化管之運動，亦復如是。最初之部分如口腔者其運動固完全可由意識而任意支配，若胃及小腸之運動，即不受神經中樞即腦髓之支配而帶自動之性質。此完全可謂自然之力之經濟，要之，其序幕固有俟於神經及精神之力，而其後續行之必要作用則自行展開進行者也。但在腸管之最終部即肛門方面，則該部肌肉之運動常為精神作用支配至某種程度，俾能適宜於排泄糞便焉。

以上僅就食物消化之生理的作用作極簡單之敘述，吾信由此簡單之記載亦可充分理解自然之生理的機能其運用為若何巧妙若何調和也。

