

SYSTEMS
OF THE
BODY



消化系統 簡易學

基礎與臨床

THE DIGESTIVE SYSTEM

BASIC SCIENCE AND
CLINICAL CONDITIONS

原著

Margaret E. Smith, PhD, DSc

Dion G. Morton, MD, DSc

編譯

葉明雄

國立台灣大學醫學士



Elsevier (Singapore) Pte Ltd. · 合記圖書出版社 合作出版

SYSTEMS
OF THE
BODY



消化系統 簡易學

基礎與臨床

THE DIGESTIVE SYSTEM

BASIC SCIENCE AND
CLINICAL CONDITIONS

原著

Margaret E. Smith, PhD, DSc

Dion G. Morton, MD, DSc

編譯

葉明雄

國立台灣大學醫學士

Elsevier (Singapore) Pte Ltd. · 合記圖書出版社 合作出版

消化系統簡易學：基礎與臨床 / Margaret E. Smith,
Dion G. Morton 原著；葉明雄編譯。 -- 初版。 --

臺北市：合記，2004[民 93]

面；公分

譯自：The digestive system : basic science and
clinical conditions

ISBN 986-126-090-0(平裝)

1. 消化系—疾病

415.5

93006311

書 名 消化系統簡易學：基礎與臨床

編 譯 葉明雄

執行編輯 洪秀蓮 王雪莉

發行人 吳富章

發行所 合記圖書出版社

登記證 局版臺業字第 0698 號

社 址 台北市內湖區(114)安康路 322-2 號

電 話 (02)27940168

傳 真 (02)27924702

網 址 <http://www.hochi.com.tw/>

總經銷 合記書局

北 醫 店 臺北市信義區(110)吳興街 249 號

電 話 (02)27239404

臺 大 店 臺北市中正區(100)羅斯福路四段 12 巷 7 號

電 話 (02)23651544 (02)23671444

榮 總 店 臺北市北投區(112)石牌路二段 120 號

電 話 (02)28265375

臺 中 店 臺中市北區(404)育德路 24 號

電 話 (04)22030795 (04)22032317

高 雄 店 高雄市三民區(807)北平一街 1 號

電 話 (07)3226177

花 蓮 店 花蓮市(970)中山路 632 號

電 話 (03)8463459

郵政劃撥 帳號 19197512 戶名 合記書局有限公司

西元 2004 年 8 月 10 日 初版一刷

前言

Preface

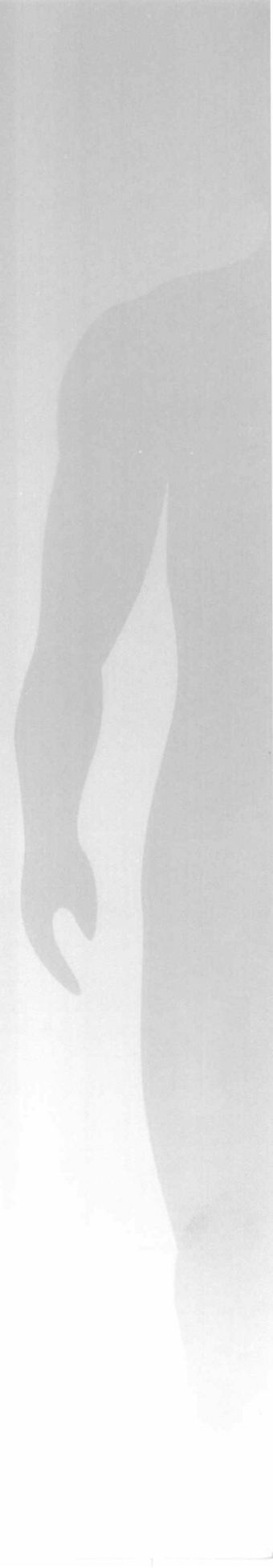
英國及其他國家的許多醫學院正在設計並實施系統導向的新課程。此外，還有很多醫學院針對這些系統採取問題導向的學習方式。這樣的教學方式是希望能鼓勵學生學思並進，而不要只是學而不思。這本書是用來做為這樣的新課程在消化系統方面的教科書，它提供了臨床範疇中所需的基礎醫學知識。這樣的方式是爲了強調基礎醫學知識對醫學理解的重要性。這本書應該能在課程一開始時就幫助激發學生的學習興趣。

書中各個章節的主題都是依據臨床疾病中會遇到的問題來作說明，這些臨床疾病是經過精挑細選的。所選出的臨床病例能夠顯示出在理解一個特定的臨床問題時所需的各種基礎醫學知識間的關聯性，而且藉著推論，能夠對醫學有整體性的了解。因此，這種病例導向的方式應該能幫助啓發學生學習基礎醫學的動機。同時要強調書中之所以選出這些臨床病例是因為它們能闡明消化系統各個部份中各種不同層面的知識，而非因為它們是常見的疾病。確實，這些臨床病例中有些是不常見的，甚至是很少見的。然而，常見及相關的疾病會在課文中敘述，而且在最後一章中，會把所有消化系統中常見疾病的資訊集中在一起。

在每一章節的最後還會有一些額外的臨床病例可用作自我評估。其他的自我評估問題也包括在裡面。這些自我評估問題是用來說明並加強課文中的教學內容的。有了章節教學內容中所提及的知識，學生應該能處理大部份的這些問題，然而對於某些病例，他們可能得要到圖書館去作進一步鑽研以獲得完整的答案。這實在是希望能激發學生對消化系統及其相關疾病有更大的求知慾。

本書的另一目的是要顯示出在對疾病的理解和治療上，把消化系統的知識和身體其他系統的知識作整合的重要性。謹記此點，所以書中所用的許多病例和問題都會提及其他系統中相關的層面。

書中很多問題都已在 Birmingham 大學的消化系統課程中試教過，這所大學也是作者服務的地方。



致謝

Acknowledgements

我們要感謝許多人對本書的籌備所提供的協助。Birmingham 大學牙醫學院的 John Hamburer 先生校讀過口腔那一章節，而且他和 Linda Shaw 醫師提供了一些有用的建議。Hamburger 先生和 J. Rippin 醫師好心地提供了口腔章節中的照片。Aston 大學藥學系的 Cliff J. Bailey 醫師對吸收及吸收後狀態那一章節作了有用的評論。Birmingham 大學生化系的 R. Coleman 教授及 R. Waring 醫師對肝臟那一章節提供了一些有用的資訊。Birmingham 大學醫院的放射科會診醫師 Peter Guest 提供了很多 X 光片及臨床照片。也要由衷感謝 Dexter W. Smith 的鼓勵。

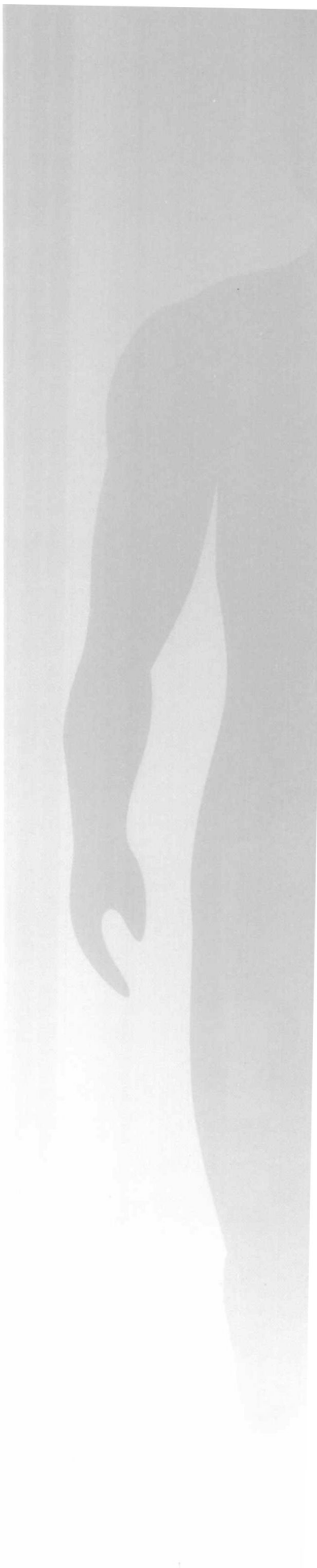
譯者序

系統式整合學習的好處在於可以讓我們運用基礎醫學知識來充份了解臨床疾病，也可以藉由在處理臨床疾病時所遇到的問題來激發學習基礎醫學知識的興趣；兩者相輔相成的結果可以讓我們有「知其然也知其所以然」的學習效果。目前國內的醫學教育多採取基礎醫學科目和臨床醫學科目分開講授的方式，這樣的好處是可以讓我們同時了解身體各個不同系統關於某個領域的知識，然而卻較缺乏上述整合式學習的優點。

這本書整合了和消化系統有關的基礎醫學知識及臨床疾病，對於消化系統的了解有很大的幫助；可以讓你在獲得基礎醫學知識後不會有「英雄無用武之地」之感，在面對臨床疾病時不會有「書到用時方恨少」之憾。

譯者才疏學淺，雖戮力為之，仍或有謬誤之處，敬請各位讀者先進不吝指教。

葉明雄



目錄

Contents

前言
致謝
譯者序

1	消化系統概觀 (OVERVIEW OF THE DIGESTIVE SYSTEM)	1
	介紹	2
	病史：腸胃道缺血	2
	構成消化系統的器官	2
	消化系統的生理過程	3
	消化器官的血流分布	6
	細胞膜運輸	7
	運動	11
	腸神經系統	14
	自律神經對腸胃道的控制	16
	內分泌對腸胃道的控制	17
	血流的控制	17
	進食期間腸胃道功能所受到的控制	18
	自我評估病例研讀：肥胖	19
	自我評估問題	19
2	消腔、唾液腺及食道 (THE MOUTH, SALIVARY GLANDS, AND OESOPHAGUS)	21
	介紹	22
	病史：乾口症	22
	口腔	22
	舌頭的解剖和組織構造	23
	唾液	29
	唾液腺	30
	食道	37
	自我評估病例研讀：拔智齒所造成的神經傷害	41
	自我評估問題	42
3	胃：基本功能 (THE STOMACH: BASIC FUNCTIONS)	43
	介紹	44
	胃的解剖構造	44
	病史：胃切除	44
	胃的分泌黏膜	45
	組織學	46
	胃液的成份	47
	細胞的分泌機制	47
	胃的運動	54
	自我評估病例研讀：過度嘔吐	56
	自我評估問題	56

4	胃：控制 (THE STOMACH: CONTROL)	57
	介紹	58
	病史：胃激素瘤	58
	胃分泌的控制	58
	胃蛋白酵素原分泌的控制	63
	黏液分泌的控制	63
	胃激素的滋養作用	63
	消化性潰瘍	63
	胃部運動的控制	67
	幽門括約肌的控制	69
	食物對胃部功能的控制	69
	自我評估病例研讀：消化性潰瘍	73
	自我評估問題	74
5	胰臟：外分泌功能 (PANCREAS: EXOCRINE FUNCTIONS)	75
	介紹	75
	病史：慢性胰臟炎	76
	解剖構造	77
	胰液	79
	鹼性分泌液	79
	胰酵素	83
	分泌的控制	84
	自我評估病例研讀：囊腫性纖維症	88
	自我評估問題	88
6	胰臟和膽道系統 (LIVER AND BILIARY SYSTEM)	89
	介紹	90
	肝膽系統的功能	90
	病史：膽結石	90
	肝臟的外觀與解剖	91
	膽囊	103
	自我評估病例研讀：Paracetamol 過量	109
	自我評估問題	109
7	小腸 (THE SMALL INTESTINE)	111
	介紹	112
	病史：霍亂	112
	消化過程中的腸期	112
	解剖及結構	113
	小腸壁的結構	116
	小腸的運動	127
	進食中的混合及推進運動	128
	運動的控制	129
	迴腸盲腸括約肌	130
	影響腸道運動的藥物	131
	自我評估病例研讀：先天性氯離子腹瀉	132
	自我評估問題	132
8	消化和吸收 (DIGESTION AND ABSORPTION)	133
	介紹	134

病史：Crohn 氏疾病	134
吸收	134
醣類	135
蛋白質	142
礦物質和微量元素	145
水溶性維他命	147
脂質	149
自我評估病例研讀：腹腔疾病	156
自我評估問題	156

9 吸收和吸收後狀態 (THE ABSORPTIVE AND POSTABSORPTIVE STATES).....157

介紹	158
吸收狀態	158
病史：胰島素依賴型糖尿病	158
胰島素	160
吸收後狀態	169
吸收後狀態的控制	170
自我評估病例研讀：飢餓	174
自我評估問題	174

10 大腸 (THE COLON).....175

介紹	176
病史：Hirschsprung 氏疾病	176
解剖	176
組織學	178
闌尾	179
肛門管	179
功能	179
自我評估病例研讀：潰瘍性結腸炎	185
自我評估問題	186

11 腸胃道的病變 (GASTROINTESTINAL PATHOLOGY).....188

介紹	188
腸胃道惡性腫瘤	188
腸胃道惡性腫瘤的症狀	189
病史 11.1：結腸直腸癌	189
常見的腸胃道惡性腫瘤	190
病史 11.2：結腸直腸癌	191
胰臟的腫瘤	193
病史 11.3：胰臟的腺癌	193
病史 11.4：胰臟的腺癌	194
急性腹痛	194
病史 11.5：急性闌尾炎	195
病史 11.6：急性闌尾炎	195
手術切除	195
口腔和口咽	198
食道	199
胃和十二指腸	200
肝膽疾病	201
胰臟	203

小腸疾病	204
大腸	207
潰瘍性結腸炎	208

解答 211

詞彙 221

索引 225

附圖致謝 238

消化系統 概觀

OVERVIEW OF THE DIGESTIVE SYSTEM

本章學習目標

讀完本章後，你應該能：

- ① 了解腸胃系統中，分泌、吸收及運動的主要機制。
- ② 了解消化系統的協調及整合功能。
- ③ 了解消化系統的功能對其它系統的依賴性，例如對心血管功能的依賴。

介紹 (Introduction)

身體的細胞需要足夠的原料以獲取能量及進行合成過程。這些原料是透過食物的攝取從外界獲得的。消化系統的整體功能是要將外界食物的營養素轉換到內在環境來，使這些營養素可以藉由循環系統運輸到全身的細胞。在這一章中，我們將從系統整體的範疇來探討消化系統功能中所包含的一般原則和基本機制。將消化系統和身體其它系統作整合的重要性將會藉由在腸胃道非阻塞性缺血疾病（non-occlusive ischaemic disease of the gut）中所遇到的問題來說明，在這種疾病中，病因是來自於血管系統，但嚴重的後果是由小腸吸收失常所造成的。

腸胃道缺血-專欄一

腸胃道非阻塞性缺血疾病

(Non-occlusive ischaemic disease of the gut)

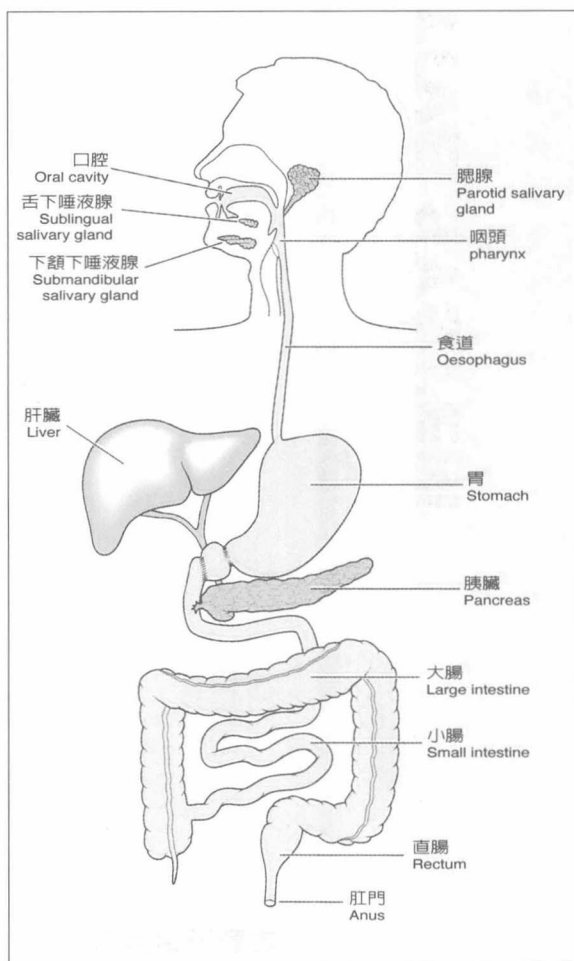
一個有充血性心衰竭（congestive heart failure）且正在接受洋地黃（digitalis）治療的老年病患，突然產生嚴重且持續性的腹痛。會診的內科醫師檢查了一番並發現他正處於循環休克中，因此他的全身性動脈血壓和心輸出量嚴重降低。從病患的腹部症狀，醫師懷疑他罹患了腸胃道非阻塞性缺血疾病。在這種疾病中，降低的心輸出量會導致腸胃道的血液灌流量減少，再連同其它機制，會造成到腸胃道組織的血流被切斷。這個疾病常是致命的。

在仔細讀過此病例後，我們可以提出以下問題：

1. 在有衰竭的病患中，突然產生這種疾病的主要原因為何？
2. 血流量的減少對小腸功能所造成的生理影響為何？
3. 病患疼痛的來源為何？
4. 正常控制腸胃道血流量的機制在這種疾病中受到了什麼樣的干擾？
5. 如何治療這位病患？

構成消化系統的器官 (Components of the digestive system)

圖 1.1 指出構成腸胃道的器官及對消化系統有重要功能的相關器官。腸胃道包括口腔、食道、胃、小腸及大腸。食物從口腔進入後，經骨骼肌的運動移到咽頭，然後再經平滑肌的運動沿著腸胃道的其他部份往下移動。食物會被轉變成適當的半液體形式，而食物中的營養素會被從不同位置進入腸胃道的分泌物給溶化分解。肌肉的收縮會將分泌物和食物混和，可幫助這些過程進行。



◆ 圖 1.1 消化系統及相關的外分泌腺

腸胃道外面相關的器官對消化過程也是很重要的，它們是能分泌消化液的外分泌腺。這些器官包括：

1. 三對製造唾液的唾液腺有許多的功能，但最重要的是能為上腸胃道提供潤滑效果，使食物更易沿著腸胃道移動。
2. 胰臟外分泌腺能分泌胰液，胰液中含有消化酵素，可將食物分解成可吸收分子。
3. 肝臟外分泌腺能製造膽汁，膽汁對脂肪的消化和吸收是很重要的。肝臟也是排泄代謝廢棄物和藥物的媒介。

唾液分泌到口腔中。胰液和膽汁分泌到小腸上部的十二指腸中（圖 1.1）。當食物出現在腸胃道時就會刺激這些消化液的分泌。

消化系統的生理過程

(Physiological processes of the digestive system)

對消化系統有重要功能的生理過程包括消化、吸收、運動、分泌及排泄。消化是指將大分子分解成小分子的過程。食物是被大口大口吃入的，其中包含了蛋白質、澱粉等高分子量的物質，這些物質無法通過腸胃上皮的細胞膜。在這些複合分子被身體使用前，它們必須先被分解成較小的分子，例如葡萄糖和氨基酸。

腸胃道裡食物和分泌液的混和物包含了水份、礦物質、維他命及各種營養素。消化後的產品及其他小的溶解分子、離子、水份都會被運輸過上皮細胞膜，主要是在小腸中進行，這就是吸收的過程。通過上皮細胞膜的分子會進入血液或淋巴循環中再運輸到組織去。吸收的過程是消化系統最重要的功能，而消化系統的其它生理過程都是為了協助吸收過程的進行。

腸胃道是個管徑不一的管子，在活著的成人中大約是 15 呎長，從口腔通過人體到肛門。食物必須沿著腸胃道移動才能達到適當的位置以進行混和、消化、及吸收。構成腸胃道的平滑肌有兩層，而平滑肌的收縮可混和腸胃道內容物並使其沿著腸胃道移動。運動的過程是由神經和荷爾蒙控制的（見下文）。

外分泌腺能分泌酵素、離子、水份、黏液及其它物質到消化道內去。這些腺體有的是位在腸胃道中（胃壁和腸壁內），有的是位在腸胃道外（唾液腺、胰臟和肝臟，見上文）。外分泌腺的分泌是由神經和荷爾蒙控制的（見下文）。有些物質是由肝臟分泌到腸胃道內的，例如膽汁的成份。腸胃道的管腔是和外界相連的，因此就技術上而言，它的內容物是位在身體之外的。腸胃道排除出來的糞便的主要成份為在腸胃道內繁殖的細菌和未消化的食物，例如纖維素——一種身體無法吸收的植物細胞膜成份。未消化的殘餘物大部份是由從未真正進入身體的物質所組成的，因此它們是被身體排除（eliminated）而非排泄（excreted）出來的。然而，糞便中有一小部份物質是被身體排泄出來的，包括膽汁色素（血紅素分解後的產物）。膽汁色素造成了糞便典型的顏色。

腸胃道處理的物質數量

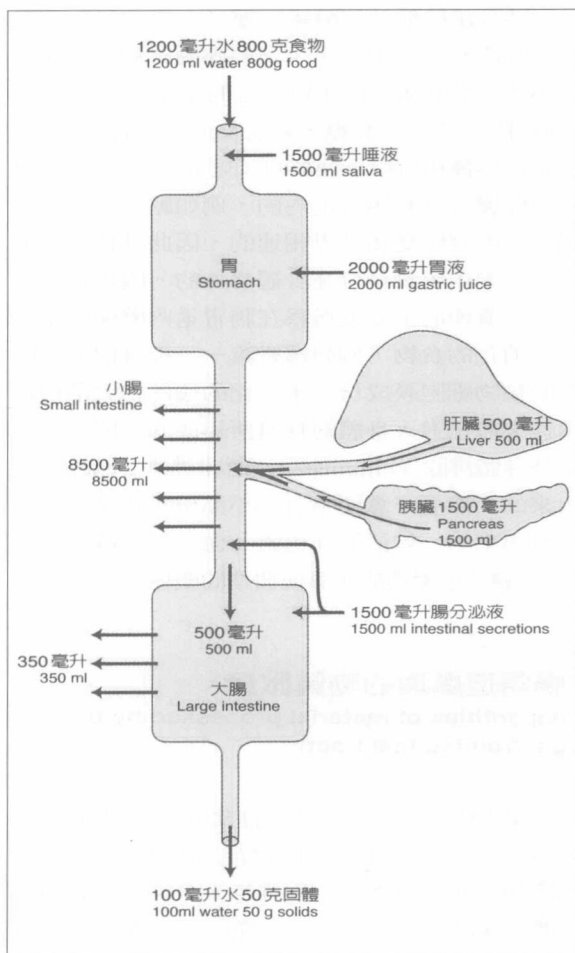
(Quantities of material processed by the gastrointestinal tract)

在一整天中，一個成人通常會食用 800 g 的食物和 1.5 L 的水。然而，食入的物質只占進入腸胃道的物質的一小部份而已，因為每天分泌入腸胃道的液體可達到 7~8 L 之多，實際分泌量取決於用餐的次數和食物的成份。圖 1.2 顯示出平均一天中進入和離開腸胃道的液體的大約體積，以及這些過程發生的地點。

因此每天有 9 到 10 L 的液體會進入腸胃道內。這些液體大部份在食糜到達大腸前都已被處理過了，因此這些液體中只有 5~10% 會進入大腸內，其中大部份也會在大腸內被吸收，所以大約只有 150 g 的物質會被身體以糞便的形式排除。糞便中包含 30~40% 的固體，這些固體是未消化的殘餘物和一些分泌物（見上文）。

進食的調節 (Regulation of ingestion)

攝取的食物量應該要能滿足個人的代謝需求，但不應該多到會造成肥胖的程度。食物的攝取量是取決於飢餓感。飢餓包含兩種感覺：來自胃部的感覺為飢餓收縮或是飢餓痛，而更主觀的感覺則



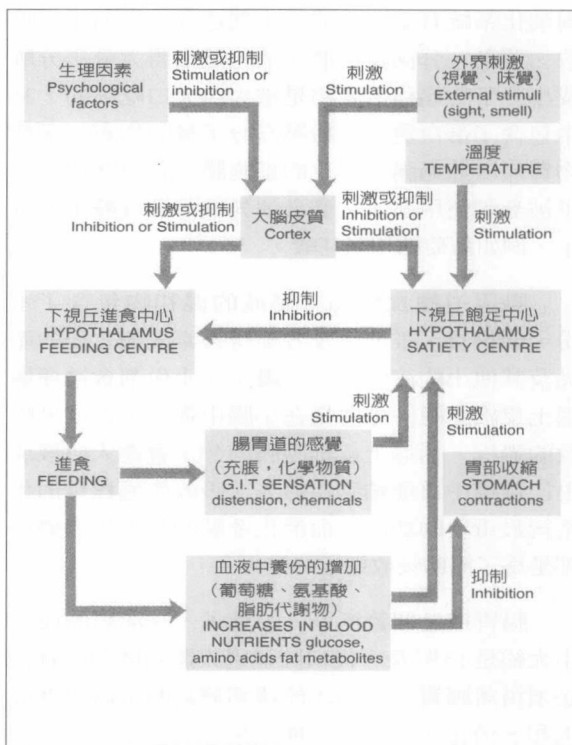
◆ 圖 1.2 腸胃道所處理物質的數量。每天所吃入的食物和液體可達到約 2 L。除了所吃入的物質，還有大量的分泌物會進入腸胃道內。大部份的營養素和水份都會在小腸內被吸收，但一小部份會被大腸吸收。圖中標示的數量是每天的大約值。

是和血中營養素含量過低有關。飢餓會驅使人們去尋找足夠的食物補充量。對某種特定食物的慾望稱為食慾。飢餓的相反是飽足。正常人飽足感常來自食物的攝取。引起飽足感所需的食物數量在某種程度上是取決於個人的能量儲存是否足夠（見第九章），但其它的因素也有影響。

對食物攝取量的調節可以從下列兩個主題來探討：

1. “消化道”的調節（alimentary regulation），和進食對腸胃道所造成的立即影響有關。
2. “營養狀態”的調節（nutritional regulation），和身體維持正常存量的脂肪和肝糖有關。

進食的調節是由大腦兩個區域的神經元來協調的，稱為進食中心和飽足中心。圖 1.3 指出和進食的調節有關的一些因素及它們所作用的大腦區域。進食中心位在側下視丘（lateral hypothalamus），刺激這個區域的神經元會使動物狼吞虎嚥（攝食過度，hyperphagia）。在另一方面，這個區域的受損會造成食慾的喪失及進行性的虛弱（體重下降）。總而言之，這個區域會激起搜尋食物的情感驅力，它會控制食物的攝取量，也會刺激腦幹其他各種控制咀嚼、唾液分泌、和吞嚥動作的神經中心（見第二章）。



◆ 圖 1.3 圖示出和進食調節有關的一些因素所扮演的角色。

飽足中心位於下視丘的腹內側核（ventromedial nuclei）中。刺激此處的神經元會引起完全的飽足感，而動物將會不願進食（aphagia）。此處的損傷則會引起暴食及肥胖。飽足中心主要是藉由抑制進食中心來產生作用。

食慾似乎是由比下視丘更高的神經中心來控制的，包括扁桃體（amygdala）及邊緣系統（limbic system）的皮質區。在扁桃體對食慾的控制中，嗅覺扮演著很重要的角色。這些區域會和下視丘中的進食及飽足中心維持密切的互動。

消化道對進食的調節

(Alimentary regulation of feeding Thalidomide)

消化道的感覺對進食的調節作用是短期的。在空腹時所出現的飢餓感是起因於迷走神經的刺激，這刺激會造成胃部的收縮。這樣的胃收縮就稱為飢餓收縮或是飢餓“痛”，這是由血糖過低所引起，因血糖過低會刺激迷走神經。然而，在一天當中不同時候的飢餓感或飽足感大多取決於習慣。習慣在一天當中固定時間吃三餐的人偶而少吃一餐就有可能感到飢餓，即使組織中的營養存量仍足夠時。造成這種現象的機制現在並不清楚。

消化道對飢餓的控制過程中還有其它重要的因素，如胃部或十二指腸的充脹感，這會抑制進食中心並降低食慾。它主要是藉由活化胃部和十二指腸中的機械性接受器（mechanoreceptors），再經由迷走神經的感覺纖維將訊息傳送出去。十二指腸內食物的化學成份也很重要，如十二指腸中的脂肪會藉由刺激縮膽囊激素（cholecystokinin, CCK）釋放到血液中而引起飽足感；縮膽囊激素是從十二指腸腸壁釋放的（見第八章）。

口腔的功能性活動，如味覺、唾液分泌、咀嚼、吞嚥等，對通過口腔之食物量的監測也是很重要的，例如在一定量的食物通過口腔後就會降低飢餓的程度。然而，這種機制對飢餓的抑制效果是短暫的，只持續大約30分鐘。這種功能的重要性可能是在於一個人只有在腸胃道能有效地處理食物時才會想吃東西，如此一來，消化、吸收、和代謝才能以適當的速度進行。

營養狀況對進食的調節 (Nutritional regulation of feeding)

藉由血液中的營養狀況來調節進食量有助於維持身體能源的存量。當食物出現在眼前時，一個餓了一段時間的人會比按時進食的人吃的多。相反的，如果一隻動物被強迫餵食一段時間，那麼當停止強迫餵食後，在有食物的情況下牠還是吃得很少。因此進食中心的活動是會根據身體的營養狀況作調整的。能夠反應出這點並能控制進食和飽足中心的因素包括體內的葡萄糖值、氨基酸值、及脂肪代謝物值。其中又以葡萄糖值最為重要。當血糖值下降時，動物就會增加攝食量，這會讓牠的血糖值回復正常。此外，血糖值的增加也會增加飽足中心神經元的電氣活動。飽足中心的神經元會濃縮葡萄糖，但下視丘其他區域的神經元並不會，這點可能和飽足中心對飢餓感的控制有關。藉由血糖值來控制進食行為稱為飢餓的“葡萄糖恆定（glucostatic）”理論。血中氨基酸值的增加也會減少進食，而血中氨基酸值的減少則會增加進食，然而其影響程度較低。

動物進食的程度會隨著身體脂肪組織的存量而有所不同，顯示出脂肪代謝物對進食行為的影響。如果脂肪組織量過低進食就會增加。似乎脂肪代謝物對進食有負回饋的控制，這稱為飢餓的“脂肪恆定（lipostatic）”理論。造成這種影響之代謝物的性質現在還不知道。然而，血液中未酯化脂肪酸的平均濃度大約和身體的脂肪組織量成正比，因此游離脂肪酸及其代謝物可能也會調節長期的進食習慣，並藉此使個人的營養素存量能維持一定。

肥胖可以是起因於進食機制的異常，這異常則是由心理因素或下視丘進食中心的失常所造成的。這些原因可能是基因的因素，也可能是環境的因素。兒童時期的過度進食可能是造成肥胖的一個環境因子。過多的進食會造成能源的輸入大於能源的輸出，然而這可能只會發生在肥胖發生的過程中。一旦脂肪已經儲存下來，正常的攝食量也會讓肥胖維持下去。要讓體重下降只有使能源輸入量小於能源輸出量，這可靠減少進食量或藉著運動來增加能源輸出量。有許多藥物被用來

治療肥胖，包括安非他命，它可增加活動量及抑制下視丘的進食中心。然而身體的代謝物會對這些藥物產生適應作用，因此藥物所造成的體重減輕量通常不會超過10%。

肥胖的相反是瘦弱（inanition）。造成瘦弱的原因包含食物的剝奪、下視丘的異常、心理的異常，或是身體處於異化作用的狀態（catabolic state），如在癌症末期時。厭食症（anorexia nervosa）是一種不正常的狀態，一般相信這是由心理因素造成的，這種心理因素會使食慾喪失。

體溫對進食的調節也是很重要的。將動物放在寒冷的環境中會使牠比平常吃得多。這是有生理上的重要性的，因為增加攝食量可以增加代謝率，也就增加了熱量的製造；增加攝食量也會增加脂肪的儲存以便保溫。將動物放在熱的環境中則會讓牠吃得比平常少。這些影響牽涉到下視丘內體溫調節中心和進食調節中心間的交互作用。

口渴 (Thirst)

口渴的感覺出現在血漿滲透壓上升、血液體積減少、或動脈壓下降時。然而，在所喝的水量還未足以矯正這些生理變化時，口渴感就可得到滿足了。位在口腔、咽頭、及上食道內的受器都和這樣快速的滿足反應有關。然而，這種機制減輕口渴的效果是短暫的。要徹底滿足口渴只有讓血漿滲透壓、血液體積、及動脈壓都回復正常值。體液的高滲透壓是最能引起口渴的刺激因子，只要上升2%就會引起口渴。水份的攝取是由下視丘“口渴中心”中的神經元來調節的。這些神經元有些是滲透壓受器（osmoreceptors），會被滲透壓的上升所刺激，和此反應有關的神經傳導途徑尚不清楚，但其中某部份可能和調節抗利尿激素（ADH，antidiuretic hormone，vasopressin）釋放的途徑是一樣的。抗利尿激素可控制腎小管對水份的再吸收作用。抗利尿激素是從腦下腺後部（posterior pituitary）釋放的，會對滲透壓、血液體積、動脈壓的變化產生反應（見本書的姊妹作——內分泌系統）。口渴會和抗利尿激素一起合作以維持體內水份的平衡。這個控制軸會被糖尿病（diabetes mellitus）時所出現的血糖過高打斷。升

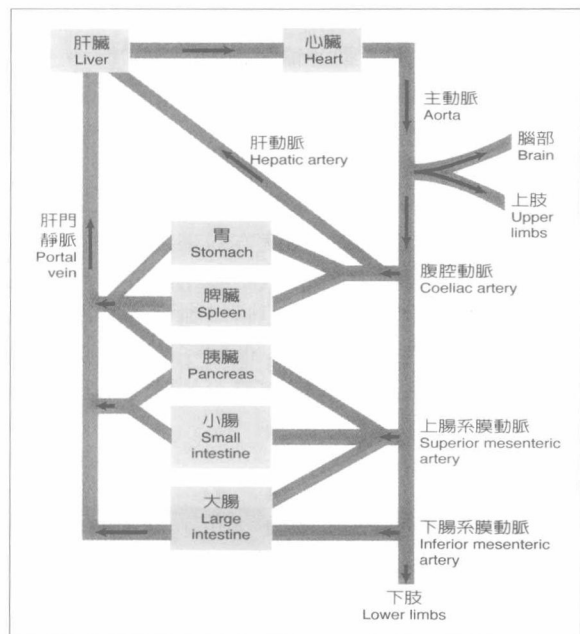
高的血糖會增加滲透壓，因此會引起口渴。然而，血糖過高所產生的滲透效果也會導致利尿（尿液的生成量過多）。因此糖尿病的新病人常會出現喝多（polydipsia）及尿多（polyuria）（見第九章），且多尿所造成的低血容積（hypovolaemia，即血液體積過低）也會更進一步激起口渴，因而使情況更糟。

消化器官的血流分布

(Distribution of blood to the digestive organs)

要讓消化系統發揮正常的功能，就得讓腸胃道和相關器官有足夠的氧氣及營養素供應以滿足其代謝需求，這些物質是藉由血液循環供給組織的。供給消化器官的血管位於腹腔及脾臟內，構成了內臟的循環（splanchnic circulation）。左心室的血液輸出中有超過25%會流入內臟的循環。內臟的循環是主動脈所發出的區域循環中最大的。內臟循環的主要功能就是要提供能源以進行分泌、運動、消化、吸收、和排泄。它也能當作大量血液的儲存槽，一旦其它地方的血液需求量上升時就能加以調動，例如在運動時，內臟循環中的血液就會移到骨骼肌和心肌中。

內臟循環中的血液分布到各種腹部器官的情況就如圖1.4所示。內臟循環中有三條供應腹部器官的主要動脈：腹腔動脈（coeliac artery）、下腸系膜動脈（inferior mesenteric artery）、上腸系膜動脈（superior mesenteric artery）。腹腔動脈供應肝臟、胃、脾臟、和胰臟。肝臟的血流供應中有大約20%是來自於腹腔動脈的肝臟分枝，其餘則是來自於肝門靜脈（portal vein）（見第六章），肝門靜脈的血液是來自胃、脾臟、胰臟、小腸和大腸，這些器官的血液供應則是來自腹腔動脈的其它分枝以及上腸系膜動脈和下腸系膜動脈的分枝。因此內臟循環中的血管排列是串連和並連都有的（圖1.4），而且其中大部份的血液都會流過肝臟，有直接流入的也有經過其他腹部器官再流入的。肝臟的血液會經由肝靜脈流到下腔靜脈。這些主要動脈的分枝會產生更小的分枝，這些小分枝會進入消化器官、腸胃道、及其肌肉層內。這些小分枝會在黏膜下層中產生廣泛的小動脈



◆ 圖 1.4 腹部器官血流供應的分布情況。腹腔動脈只能提供大約20%的肝臟血流，所提供的為含氧血；腹腔動脈的其餘血流則用來供應含氧血給胃和脾臟。上腸系膜動脈供血給胰臟和小腸，並提供含氧血給部份的大腸。下腸系膜動脈也提供含氧血給大腸。從腹部器官所流出的靜脈血流中含有腸胃道所吸收的營養素，這些血流構成了肝門靜脈，把營養素運輸到肝臟去。

網，接著會產生黏膜層微動脈並把血液帶到微血管中（圖 1.5）。這樣的排列方式會使相鄰的動脈分布有大量的重疊部份，如此一來就可避免某一特定區域的血流會因某一主要動脈分枝被血栓或栓塞堵住而喪失。在老年人，下腸系膜動脈的阻塞並非不常見，但這很少造成症狀，因為血流可由上腸系膜動脈分布的腸道來維持。

細胞膜運輸 (Membrane transport)

吸收和分泌的過程都必須依靠把分子或離子運輸過細胞膜。這個機制牽涉到兩個有許多共同特點的過程。

一個物質藉由被動擴散作用所造成的淨運輸是從較高濃度或電位處往較低濃度或電位處移動，且其運輸量正比於通透膜的表面積。然而，分子通常能雙向通過細胞膜。吸收的過程需要從腸胃道內腔淨運輸到血液或淋巴中；分泌則需要淨運輸到腺管內腔或腸胃道內腔中。

一個非離子物質運輸過細胞膜的過程可以用 Fick 氏方程式來描述：

$$\frac{ds}{dt} = P(C_i - C_o)A$$

其中 ds/dt 是運輸速率， P 是通透性常數， C_i 是細胞膜內側的物質濃度， C_o 是細胞膜外側的物質濃度，而 A 是細胞膜的表面積。值得一提的是小腸上皮巨大的表面積使它成為一個很理想的進行吸收及分泌的器官。內臟循環的高血流量則可以確保 $(C_i - C_o)$ 維持最大值，因為運輸出去的物質可以不斷地從漿膜側 (serosal side) 被血流帶走。

電位差 (Potential difference)

一個帶電離子通過細胞膜的運輸速率正比於這個帶電離子在膜兩側的濃度差和電位差的總合。

一個被動擴散過細胞膜的離子會自己分布在膜的兩側直到兩側達到電化平衡 (electrochemical equilibrium) 為止。電化平衡時，濃度差所造成的驅力和電位差所造成的驅力是等值而反向的，因此離子所受到的淨驅力為零，也就不會有淨移動了。膜兩側的電位差可用 Nernst 氏方程式來計算：

$$E_i - E_o = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[X^+]_o}{[X^+]_i}$$

其中 E_i 為膜內電位， E_o 為膜外電位， z 是離子的帶電數目， F 是 Farady 常數， R 是氣體常數， T 是絕對溫度， $(X^+)_o$ 和 $(X^+)_i$ 分別是膜外和膜內的離子濃度。