

漫畫

腎臟及泌尿系統

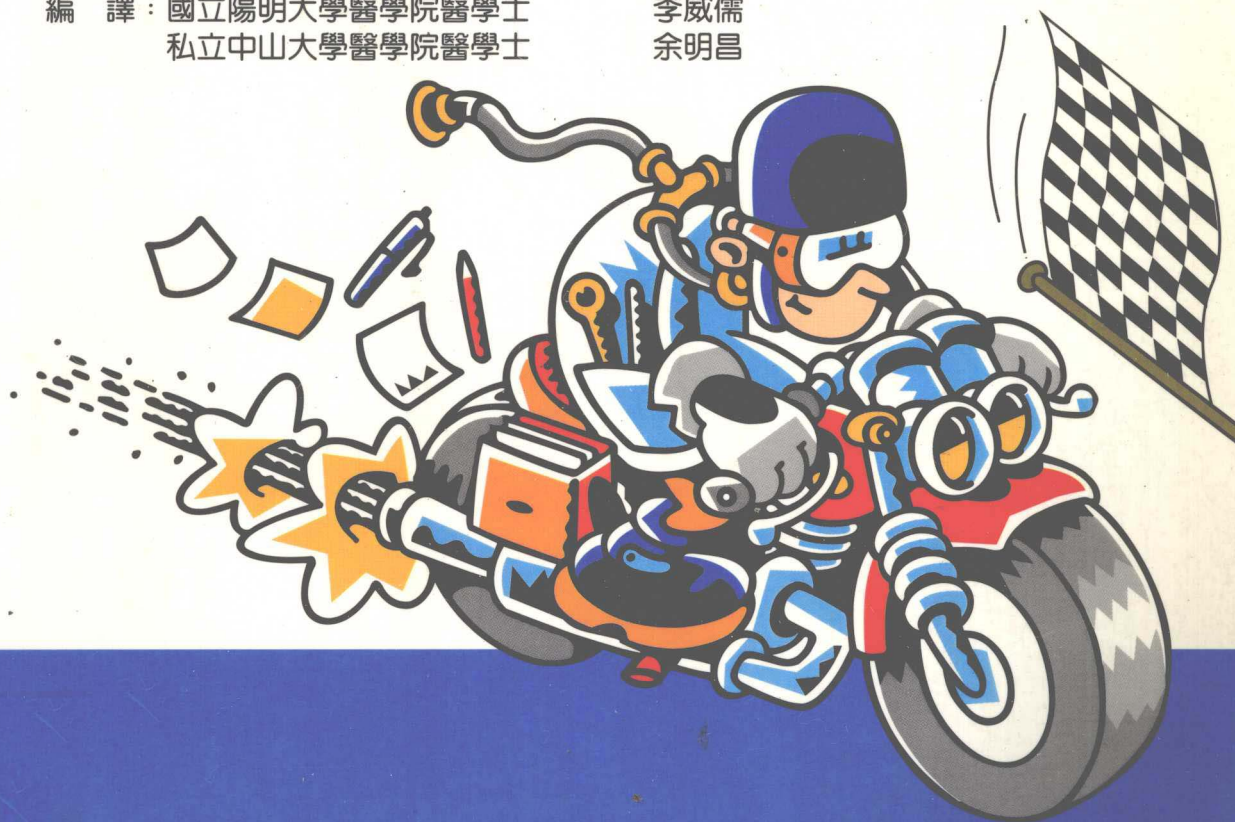
Renal and Urinary System

原著：Nisha Mirpuri / Pratiksha Patel

校閱：長庚紀念醫院家庭醫學科主治醫師 吳宗穎

編譯：國立陽明大學醫學院醫學士 李威儒

私立中山大學醫學院醫學士 余明昌



- * 整合基礎科學與臨床醫學必備工具
- * 條例重點容易掌握
- * 內容涵蓋 MCQs，試題及解答



Mo



合記圖書出版社 發行



漫畫

腎臟及泌尿系統

(Renal and Urinary System)

原著

Nisha Mirpuri / Pratiksha Patel

校閱

長庚紀念醫院家庭醫學科主治醫師 吳宗穎

編譯

國立陽明大學醫學院醫學士 李威儒

私立中山大學醫學院醫學士 余明昌



Mosby



合記圖書出版社 發行



**Mosby's Crash Course:
Renal and Urinary Systems
by Nisha Mirpuri / Pratiksha Patel**

ISBN 0-7234-3126-4

**Copyright© by Harcourt Publishers
Originally published in 1998 by Mosby, and imprint of Harcourt Publishers.**

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or any means electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher or in accordance with the provisions of the Copyright.

Copyright© 2001 by Ho-Chi Book Publishing Co.

All rights reserved. Published by arrangement with Mosby,
an imprint of Harcourt Publishers.

Ho-Chi Book Publishing Co.

Head Office	322-2 Ankang Road, Nei-Hu Dist., Taipei 114 Taiwan R.O.C.	TEL: (02)2794-0168	FAX: (02)2792-4702
1st Branch	249 Wu-Shin Street, Taipei 110, Taiwan. R.O.C.	TEL: (02)2723-9404	FAX: (02)2723-0997
2nd Branch	7 Lane 12, Roosevelt Rd., Sec 4, Taipei 100, Taiwan. R.O.C.	TEL: (02)2365-1544	FAX: (02)2367-1266
3rd Branch	120 Shih-Pai Road, Sec 2, Taipei 112, Taiwan. R.O.C.	TEL: (02)2826-5375	FAX: (02)2823-9604
4th Branch	24 Yu-Der Road, Taichung, 404 Taiwan R.O.C.	TEL: (04)2203-0795	FAX: (04)2202-5093
5th Branch	1 Pei-Peng 1st Street, Kaoshiung 807, Taiwan. R.O.C.	TEL: (07)322-6177	FAX: (07)323-5118

本書經原出版者授權翻譯、出版、發行；版權所有。
非經本公司書面同意，請勿以任何形式作翻印、攝影、
拷錄或轉載。



譯者序 (Preface)

我們在唸到關於腎臟學與泌尿學領域時，苦無一本深淺適中的導讀教本。教授們所開列的教科書，動輒二、三千頁，令人望之卻步。坊間書籍多為文字敘述，不易理解領會。偶然間發現本書，圖文並茂。書中大量使用影圖以及表解，來闡釋各腎臟學與泌尿學的觀念。個人深覺非常適合一般研習腎臟學與泌尿學的學生研習。在因緣際會之下，與同僚余明昌共同編譯本書，使其更方便大家閱讀使用。

本書編排分為三部份。第一部份介紹腎臟的發育、構造及其功能。其次為臨床上的評估：如何詢問病史、檢查病人，以及腎臟泌尿道的檢查技術。最後再闡述各種疾病的病理學。

本書藉由豐富的圖表，提供有系統且完整的復習，適合一般研習腎臟學與泌尿學平時使用，亦適合考前複習和國考前準備之用，相信必可收事半功倍之效。

所謂「工欲善其事，必先利其器！」，擁有本書，將是您研習腎臟學及泌尿學的利器。

李威儒・余明昌 醫師



圖片摘錄

Figures 2.5 and 2.30 taken from Human Histology 2e, by Dr. A Stevens and Professor J Lowe. TMIP. 1997.

Figures 2.16 and 4.1 taken from Integrated Pharmacology, by Professor C Page, Dr. M. Curtis, Professor M. Sutter, Professor M. Walker, and Professor B. Hoffman. Mosby, 1997.



目錄 (Contents)

譯者序	v	7. 檢查病患	109
圖片摘錄	vii	整體檢視	109
第一部份：發展、結構及功能 1		手與四肢	112
1. 基本原則	3	胸部	113
腎臟及泌尿道複習	3	腹部	116
身體的液體間隔	4	8. 腎臟及泌尿道的研討	121
2. 腎臟的組成	13	研究的技術	121
腎臟的一般結構	13	第三部份：基本病理學 129	
腎絲球的結構及功能	13	9. 腎臟的病理學	131
腎小管的轉送過程	23	腎臟的先天性異常	131
近曲小管	26	腎臟的囊性疾病	132
亨耳氏套	32	腎絲球疾病	135
3. 腎功能	39	全身性疾病的腎絲球病灶	141
腎血流與腎絲球過濾速率	39	腎小管與間質的疾病	142
體液的 Osmolality	43	腎血管的疾病	146
身體液體的體積	48	腎臟的腫瘤疾病	148
體液酸鹼值的調節	50	10. 泌尿道之病理學	151
鉀、鈣、鎂與磷酸根的調節	57	泌尿道之先天性異常	151
4. 疾病發生時之腎臟功能	63	泌尿道阻塞及尿路結石	153
影響腎功能之全身性疾病	63	泌尿道發炎	155
腎臟疾病的處理	68	泌尿道贅瘤疾病	157
5. 下泌尿道	75	前列腺疾病	160
下泌尿道的構造	75	第四部份：自我評量 163	
排尿	80	多重選擇題	165
第二部份：臨床評估 83		簡答題	169
6. 病史詢問	85	申論題	170
病史	85	多重選擇題答案	171
泌尿疾病的常見表現	87	簡答題答案	172
		索引	177



漫畫

腎臟及泌尿系統 (Renal and Urinary System)

原著

Nisha Mirpuri / Pratiksha Patel

校閱

長庚紀念醫院家庭醫學科主治醫師 吳宗穎

編譯

國立陽明大學醫學院醫學士 李威儒

私立中山大學醫學院醫學士 余明昌



Mosby



合記圖書出版社 發行



**Mosby's Crash Course:
Renal and Urinary Systems
by Nisha Mirpuri / Pratiksha Patel**

ISBN 0-7234-3126-4

**Copyright© by Harcourt Publishers
Originally published in 1998 by Mosby, and imprint of Harcourt Publishers.**

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or any means electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher or in accordance with the provisions of the Copyright.

Copyright© 2001 by Ho-Chi Book Publishing Co.

All rights reserved. Published by arrangement with Mosby,
an imprint of Harcourt Publishers.

Ho-Chi Book Publishing Co.

Head Office	322-2 Ankang Road, Nei-Hu Dist., Taipei 114 Taiwan R.O.C.	TEL: (02)2794-0168	FAX: (02)2792-4702
1st Branch	249 Wu-Shin Street, Taipei 110, Taiwan. R.O.C.	TEL: (02)2723-9404	FAX: (02)2723-0997
2nd Branch	7 Lane 12, Roosevelt Rd., Sec 4, Taipei 100, Taiwan. R.O.C.	TEL: (02)2365-1544	FAX: (02)2367-1266
3rd Branch	120 Shih-Pai Road, Sec 2, Taipei 112, Taiwan. R.O.C.	TEL: (02)2826-5375	FAX: (02)2823-9604
4th Branch	24 Yu-Der Road, Taichung, 404 Taiwan R.O.C.	TEL: (04)2203-0795	FAX: (04)2202-5093
5th Branch	1 Pei-Peng 1st Street, Kaoshiung 807, Taiwan. R.O.C.	TEL: (07)322-6177	FAX: (07)323-5118

本書經原出版者授權翻譯、出版、發行；版權所有。
非經本公司書面同意，請勿以任何形式作翻印、攝影、
拷錄或轉載。



1. 基本原則

(Basic Principles)

腎臟及泌尿道複習

(OVERVIEW OF THE KIDNEY AND URINARY TRACT)

腎臟的功能 (Functions of the kidney)

腎臟是體內的重要器官，主要負責維持體液組成與容積的恒定——即體液恒定性。

腎臟有數種功能，茲摘要如下：

- 藉排洩一定量物質來調節水份、礦物質組成、身體酸鹼度，以適當地達成身體平衡及維持細胞外液正常的濃度。
- 清除血中代謝性廢物並將它們由尿中排出（如：蛋白質代謝產生之尿素、核酸代謝產生之尿酸、肌肉的肌酸代謝產生之肌酸酐）。
- 自血中移除外來化學物並排洩至尿液（如：藥物、殺蟲劑、食品、添加物）。
- 荷爾蒙的分泌（內分泌功能）——紅血球生成素（控制紅血球製造）、腎素（自血管增壓素原產生血管增壓素並控制血壓與鈉平衡）、 1α 氫氧基酶（ 1α hydroxylase，維生素D的代謝）、前列腺素（血管擴張作用）。

腎臟與泌尿道的胚胎學 (Embryology of the kidney and the urinary tract)

三個連續系統形成成人泌尿道：

- 前腎 (pronephros)：由胚胎頸部發育且為痕跡器官。
- 中腎 (Mesonephros)：有特殊排洩單位及其收集管稱中腎管或Wolffian氏管。當前腎退化時，它便在胸部及腰部區域發育出來，可以維持短時間功能。
- 後腎 (Metanephros，永久腎)：約第五週時在骨盆部位發育出來。由後腎中胚層形成排洩單位（腎元），而集尿系統則由輸尿管芽形成，輸尿管芽為中腎管之突出物。後腎組

織在輸尿管芽上方形成帽狀覆蓋，並成長且區分為腎盂、腎盞及集尿道。

集尿系統與腎元間的聯結對於泌尿道的正常發育相當重要。此過程中的任何差錯可能導致單側或雙側腎臟發育不全。囊性疾病也可源自於腎組織或輸尿管芽發育失敗。輸尿管芽過早分化將導致兩裂腎，偶爾伴隨異位輸尿管。如果腎臟無法由原來骨盆腔位置遷移到腹腔則導致骨盆部或馬蹄狀腎臟（參閱第九章）。



了解腎臟在骨盆部發育且遷移至腹腔，這將幫助你了解腎臟發育異常，諸如骨盆腔腎臟。

腎臟和泌尿道的結構

(Structure of the kidneys and urinary tract)

腎臟位於後腹膜腔的後腹壁上，斜躺在脊柱兩側。右腎較左腎低12公釐（因為肝臟造成的移位）。腎臟長約11公分，寬6公分，厚4公分。

每個腎臟由百萬個腎元組成，其間藉內含血管、神經、淋巴管的少量結締組織相互聯結，每個腎元的組成包含：

- 腎絲球，過濾血液中的蛋白質與細胞。
- 腎小管，在過濾液尚未被當成尿排洩出腎臟前，處理流經腎小管的過濾液。

圖1.1 乃腎臟與泌尿道的解剖位置。

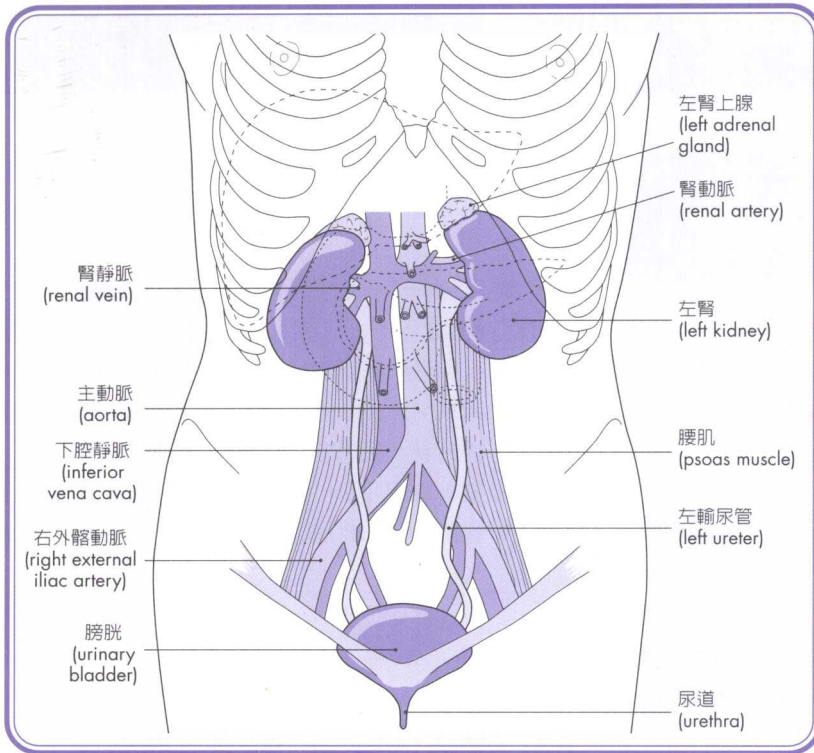


圖1.1 後腹壁的解剖構造可見腎臟與泌尿道。



- 腎臟的功能為何？
- 簡略地描述腎臟的位置與結構。
- 胚胎發育的三個時期為何？

身體的液體間隔

(FLUID COMPARTMENTS OF THE BODY)

體液 (Body fluids)

體液可區分為：

- 細胞內液 (ICF)，細胞內的液體。
- 細胞外液 (ECF)。

細胞外液可分為：

- 血漿－血管系統的細胞外液。
- 細胞間液 (ISF)－血管系統外的細胞外液（藉微血管內皮細胞與血漿區分）
- 跨細胞間液 (TCF)－細胞外液（如：滑囊

液、水晶體與玻璃體液、腦脊髓液）（圖1.2）藉由微血管內皮細胞與具特殊功能的表皮細胞區分血漿與細胞外液。

水是身體的主要成分，大約佔成年男性63%，成年女性52%（即70公斤男性有45公升水份，70公斤女性有36公升水分）。細胞外液佔體內全部水份的三分之一（70公斤男性約有15公升）而細胞內液佔三分之二（70公斤男性約有30公升）。

Osmolarity與Osmolality

基本觀念

當兩種不同濃度的溶液達到平衡前，通過半透

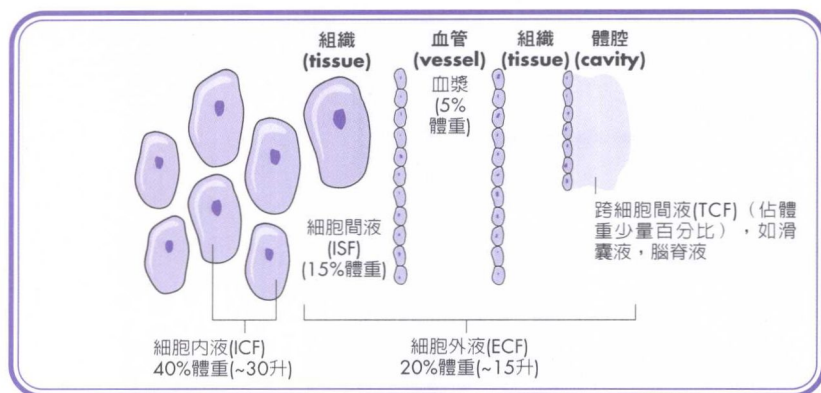


圖1.2 身體的液體間隔。

膜的溶劑之淨穿越稱為Osmosis。滲透作用可藉由滲透壓測量之。

靜水壓是指施加在含溶質區域以防止純水進入的壓力。溶液中的溶質總濃度即為 Osmolarity — 溶液中具滲透活性的顆粒總數。Osmolarity 愈高，水的含量愈少。1 Osm=1 莫耳溶質顆粒。

Osmolarity vs osmolality

Osmolarity係每升溶液的莫耳濃度(mOsm/L)。Osmolality係每單位溶劑重量（水）的溶質莫耳濃度(mOsm/kg H₂O)。

- 正常體液 osmolality是280~290 mOsm/kg H₂O。
- 尿液 osmolality變異範圍可達60~1400 mOsm/kg H₂O。

血漿 osmolality可經由鈉、鉀、尿素與葡萄糖以下列公式計算：

$$\text{血漿 osmolality} = 2(\text{Na} + \text{K}) + \text{尿素} + \text{葡萄糖}$$



等滲性 (isosmoticity) 指溶液的 osmolarity 與細胞的 osmolarity 有關，與溶質可穿透性或不可穿透無關。

等張性 (isotonicity) 指溶液的 osmolarity 與其不可穿透性溶質有關，與其可穿透性溶質濃度無關。(如：300 mOsm/L 的不可穿透性溶質)。

等張性與等滲性 (Isotonicity and isosmoticity)

細胞外 osmolarity 改變可以導致細胞萎縮或脹大，因為水分會藉滲透跨越漿膜而進出細胞。因此腎臟的一項主要功能便是調節尿液中的水分排洩，即便在攝入或腎外喪失鹽分與水分廣大變異下，仍可幾乎維持細胞外液 osmolarity 完全恒定。這樣可預防因過度膨脹或萎縮對細胞造成的傷害。

- 如果細胞置於 300 mOsm/kg H₂O 溶液中（等張溶液，即0.9%生理食鹽水），沒有因滲透作用產生的淨水移動，細胞不會膨脹或萎縮。
- 如果細胞置於低於 300 mOsm 的溶液（低張溶液），因為水分會滲透進細胞，所以細胞膨脹。
- 如果細胞置於高於 300 mOsm 的溶液（高張溶液），因為水分會滲透出細胞，所以細胞萎縮。

圖1.3 顯示因高張、等張、低張溶液的不同細胞所產生的變化。

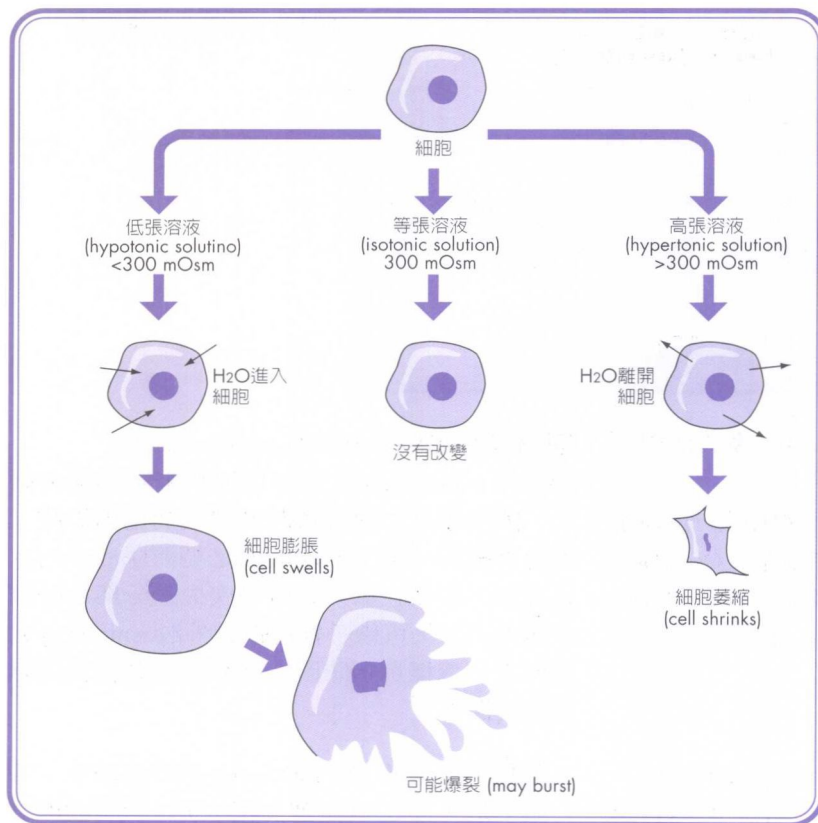


圖1.3 因高張、等張、低張溶液使細胞產生的變化。

離子跨越生物膜的擴散

(Diffusion of ions across biological membranes)

生物膜（如：細胞膜）選擇性地允許小分子與離子通過。濃度梯度與電位差對於這些分子的移動相當重要。

不同的分子因其形狀、大小、重量與電荷量不同而產生不同的擴散速率。

當膜兩側的溶液僅含可自由擴散的離子，電位梯度驅使離子由高離子濃度區域移動至低離子濃度區域直至達成平衡為止。離子分佈使得兩側可擴散離子濃度積相等。

A側（可擴散陽離子×可擴散陰離子）＝

B側（可擴散陽離子×可擴散陰離子）

當膜的一側出現不可擴散陰離子蛋白質，陽離子將跨越膜以維持電中性。這將導致含不



鈉是細胞外液主要的離子。
鉀是細胞內液主要的離子。

可擴散離子（如：蛋白質）該側的總離子數較僅含可擴散離子該側高了一些。因此含不可擴散離子該側的滲透壓較高。除非靜水壓可以抵消滲透壓差，否則將產生淨水移動。

細胞膜可通透的離子：

- 鉀離子 (K^+)
- 氯離子 (Cl^-)
- 鈉離子 (Na^+)

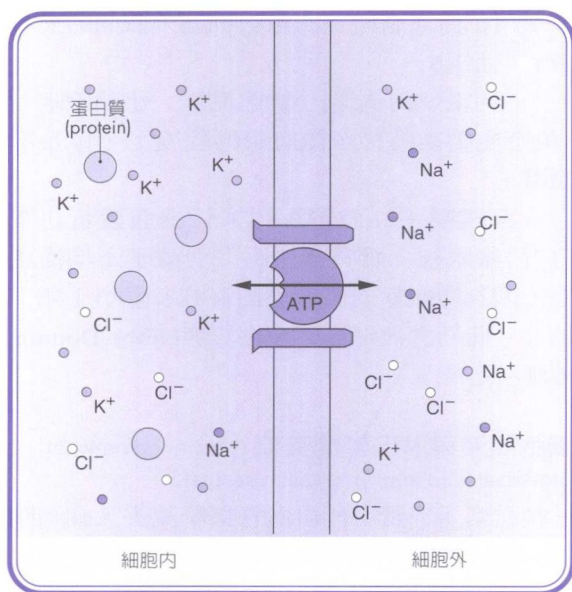


圖1.4 跨越細胞膜的離子分佈。

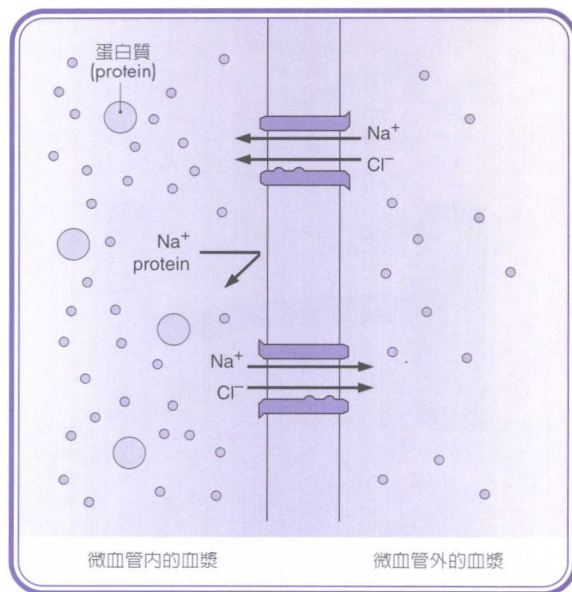


圖1.5 蛋白質對跨越細胞膜可擴散性離子之影響說明Gibbs-Donnan效應。

鈉的通透性是鉀通透性的五十分之一。基本的主動運輸機制利用三磷酸腺苷（ATP）主動地將鈉離子打出細胞，鉀離子打入細胞，但細胞內大部份鉀離子的成因是因為高通透性的結果。因為細胞內有淨負電荷，所以氯離子經細胞膜擴散出細胞。這導致胞外氯離子濃度較高。達到平衡時，細胞有淨負電荷（ -70mV ）。圖1.4顯示在細胞膜兩側的離子分佈。

蛋白質（大分子）：

- 幾乎不可通過細胞膜。
- 幾乎都是陰離子而且影響其他離子擴散，因此導致可擴散離子不均衡地分佈－Gibbs-Donnan效應（圖1.5）。

根據Gibbs-Donnan效應，細胞內的離子應該比細胞外多。然而，因為鈉離子實際上不可擴散，生物系統中之平衡必須靠鈉幫浦(Sodium pump)維持。

身體間隔間的液體移動

(Fluid movement between body compartment)

體液間隔在相當的恆定中仍具有動態的成份。藉著不停地由各不同間隔轉移液體，以維持平衡。

細胞外液與細胞內液間的交流

(Exchange between ECF and ICF)

水自由地擴散穿過細胞膜因而達成細胞內液與細胞外液間的平衡。任何細胞內液或細胞外液的離子濃度改變，都伴隨著水份在這些間隔間的移動。鈉離子是最重要的胞外滲透活性離子。鉀離子是最重要的胞內滲透活性離子。

血漿與細胞間液間的交流

(Exchange between plasma and interstitial fluid)

微血管內皮將血漿與細胞間液（ISF）區分出來。水與離子在這兩個間隔間移動，90%離子藉由簡單擴散移動而10%藉過濾來移動。

在血漿與細胞間液間的離子過濾係藉由：

- 微血管的動脈末端，此處有32毫釐汞柱靜水壓，可以使液體由血漿過濾至細胞間液。
- 蛋血質分子太大而不能透過微血管內皮細胞，因而留在血漿中，造成膠體滲透壓（25毫釐汞柱）。
- 微血管的靜脈端，此處滲透壓為25公釐汞柱較靜水壓（12公釐汞柱）大。因此導致液體流回微血管。

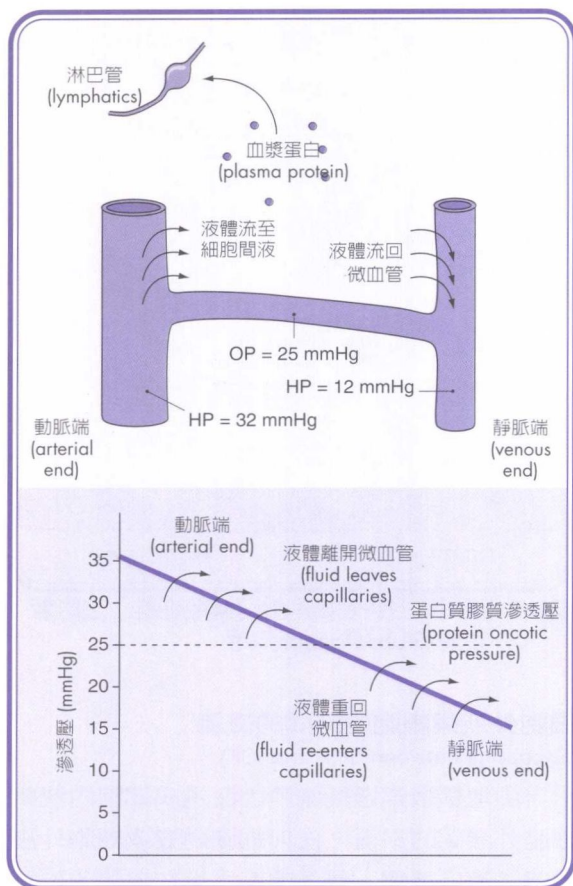


圖1.6 液體跨越微血管壁在血漿與細胞間液之間交流（HP靜水壓，OP膠質滲透壓）。

液體跨越微血管壁在血漿與細胞外液間的交流請參見圖1.6。

靜水壓大小端視小動脈血壓，小動脈阻力（決定血壓被轉移至微血管的程度），以及靜脈壓。

滲透壓（25公釐汞柱）係由血漿蛋白質質（17公釐汞柱－膠質滲透壓）與離子不均衡產生。因為微血管內側較外側有較多離子（如：鈉），此乃含負電荷的蛋白質與Gibbs-Donnon效應所造成。

細胞間液與淋巴管間交流 (Exchange between interstitial fluid and lymphatic vessels)

一些血漿蛋白質可能自血管系統流入細胞間液。淋巴管系統由所有器官與組織的淋巴微血管網路組成，最後經由頸部胸管注入靜脈系統。這些淋巴微血管對蛋白質通透性很好，因而使流出的血漿蛋白質得以返回循環系統。

液體間隔的離子組成見圖1.7。

身體與外在環境間液體與離子的移動

(Fluid and ion movement between the body and external environment)

體液與外在環境間有著持續的交流；但在攝入與排出間必定有一平衡。

水分的攝入與排出見圖1.8。水分自肺喪失量因氣候而異（如：在非常乾燥氣候下，每天可以喪失超過400ml）。未察覺的喪失乃因水分從皮膚蒸散（即：不是流汗）。流汗（可感覺到的出汗）是另一種喪失。尿液的流失可因身體需求有所變異。水份攝入多寡也有相當差異，而且可根據需求來調整。（即：口渴機制）儘管有這些變異，體內的離子濃度可藉腎臟機制維持在嚴格的範圍內，包括腎小管對於過濾的鈉與較少量鉀的再吸收之控制。

液體間隔的組成			
成分	血漿	ECF	ICF*
Na ⁺ (mmol/L)	142	145	12
K ⁺ (mmol/L)	4	4.1	150
Cl ⁻ (mmol/L)	103	113	4
HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	25	27	12
proteins (g/L)	60	0	25
osmolality (mOsm/kg H ₂ O)	280	280	280
compartment volume (L)	3.0	12.0	30
體內ICF間隔並非全然相同；它因不同種類細胞而不同。			

圖1.7 液體間隔的組成。



水份攝入與排出
(water intake and output)

水分攝入(mL)		水分排出(mL)	
飲用	1500	肺	400
食物	500	皮膚	400
代謝	400	臉	100
		尿	1500
總計	2400	總計	2400

圖1.8 水分攝入與排出。

測量體液間隔

(Measuring body fluid compartments)

稀釋原則 (Dilution principle)

當液體無法直接測量或著無法自內含的容器或間隔萃取出來，便可使用稀釋的原則來測量液體容積。一種可以完全且均勻地在液體間隔內混合的物質，往往在整個容積內均有出現故可用於測量液體之容積。因身體會對此物質的排泄與代謝，必須對間隔體積打些折扣。

$$V_D = \frac{Q_A - Q_H}{C}$$

此處： V_D =分佈體積； Q_A =施與的量； Q_H =10小時後代謝的量； C =濃度。

兩種測量方法：

- 單次注射法
- 持續灌注法

單次注射法 (Single injection method)

當測量物質由測量間隔之排泄速率緩慢時，則使用此法。其實施程序如下：

1. 將已知量的物質由靜脈注射。
2. 固定時間測量血漿濃度。
3. 描圖（以濃度對數與時間為座標）（圖1.9）。
4. 沿直線部外插至時間點 0—求得物質立即均勻分佈的濃度（圖1.9）。

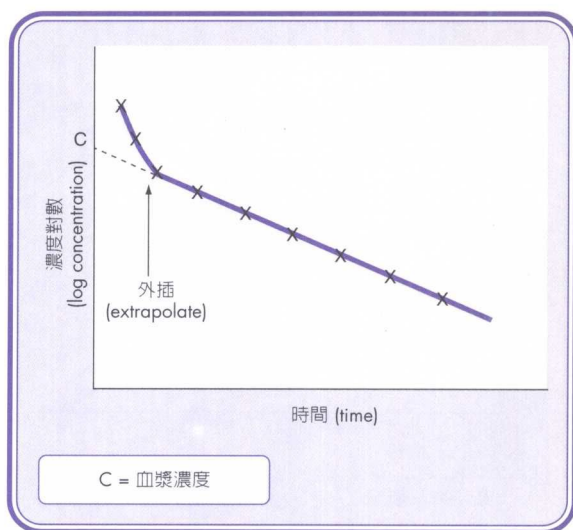


圖1.9 注射物質的血漿濃度。

使用方法：

$$\text{間隔體積} = \frac{\text{注射量}}{\text{零點的濃度}}$$

持續灌注法 (Constant infusion method)

用於測試物質快速地被排泄掉；其實行法如下：

1. 將大量測試物質靜脈注射入體內。
2. 以符合腎排泄速率的速度灌注測試物質。
3. 固定時間測量血漿濃度。
4. 當物質成達平衡，血漿濃度即穩定。
5. 停止灌注。
6. 收集尿液至所有測試物質被排泄出去。

使用方法：

$$\text{排泄量} = \text{灌注停止時身體存在的物質質量}$$

又

$$\text{間隔體積} = \frac{\text{排泄量 (mg)}}{\text{血漿濃度 (mg/L)}}$$

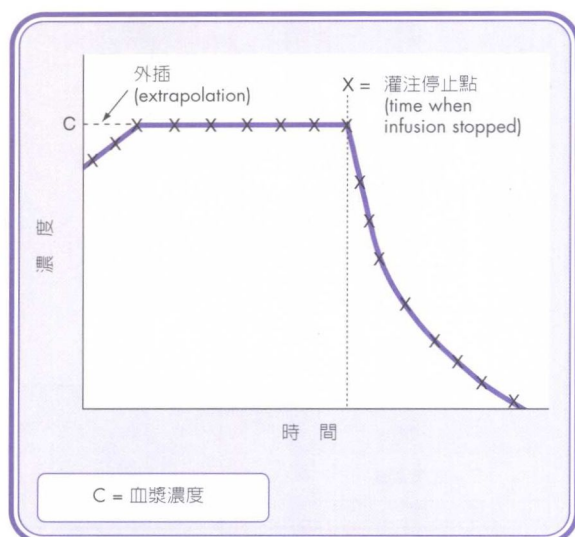


圖1.10 灌注物質的血漿濃度。

(腎臟生理學原理，C Lote，1993)

血漿體積、紅血球體積與血量的測量

(Measure of plasma volume, red cell volume, and blood volume)

血漿體積、紅血球體積與血量的測量如下：

- 血漿體積－測試物質需要留在血管系統內（如：血漿蛋白），而且使用放射性碘標示的人體血清白蛋白或Evans Blue染料。

正常血漿體積 = 3升

- 血量－藉離心小樣本的血液來測量血容比（紅血球佔全部血液體積百分比）－舉例來說，如果血容比是45%，血漿量佔血量的55%（測量血漿體積如同上法，而血量 = 血漿體積 $\times 100/55$ ）。

正常血液體積 = 5升

- 紅血球體積可藉血漿體積與血容比測量或者直接稀釋測量。直接稀釋法係取一小樣本血液使紅血球在放射線活性的磷(^{32}P)或鉻(^{51}Cr)中培養，使在生理食鹽水中再懸浮，再注射入體內。15分鐘後再測量被標誌血球的稀釋程度。

細胞外液的測量 (Measurement of extracellular fluid)

因為細胞外液由數個間隔組成，要精確地測量比較困難。需要某種物質，可以擴散通過內皮屏障進入細胞間液，但不能進入細胞。因為TCF除了微血管膜外，尚藉另一種膜與之分隔，所以要測量TCF是困難的。

可使用的物質包括：

- 菊糖(inulin)（骨頭與軟骨除外）
- 甘露醇(mannitol)
- thiosulphate（最廣泛使用的）
- radiosulphate
- thiocyanate
- radiochloride或radiansodium（這些物質不可能完全不進入細胞）

正常ECF體積 = 15升

細胞間液的測量 (Measurement of interstitial fluid)

細胞間液無法直接測量，需以下述公式計算之：

$$\text{ECF (15}\ell) - \text{血漿體積 (3}\ell) = \text{細胞間液 (12}\ell)$$

身體含水總量的測量

(Measurement of total body water)

使用水的同位素（氧化氘或氚水）做為標記來測量身體含水總量（TBW）。70公斤男性正常值是63%（即45升），70公斤女性正常值是52%（即36升），女性含水量低乃因其身體脂肪含量較高。

跨細胞間液的測量

(Measurement of transcellular fluid)

因為此間隔藉一層膜與其他的細胞外液分隔，所以用以測量細胞外液的物質並不通過此間隔。因此跨細胞間液(TCF)被包含於身體含水總量(TBW)，但不含於細胞外液(ECF)因此：

$$\text{身體含水總量 (TBW)} = \text{細胞外液 (ECF)} + \text{細胞內液 (ICF)} + \text{跨細胞間液 (TCF)}$$

在胃腸道每天約有20公升這麼大量進行此交替。



- 體內不同的液體間隔為何？而他們之間相對的比例為何？且其值為何？
- 定義 osmolality 與 osmolarity 並給予他們測量的單位。正常血漿的 osmolality 為何？
- 不同體液間隔的離子組成為何？
- 敘述離子與液體兩者在外在環境與身體間如何移動。
- 我們如何測量血漿體積、紅血球體積、血量、細胞外液、細胞間液、身體含水總量與跨細胞務液？