



糖尿病腎臟病：腎臟衰退的真相

林軒任醫師-亞洲大學附屬醫院

引言：腎臟衰退跟你想的不一樣。你是否認為人體的腎臟會隨著年齡增長而緩慢、穩定地衰退？這種想法雖然直觀，但並不完全正確。腎臟是人體的重要器官，負責過濾血液中的廢物、調節水分和電解質平衡，還能分泌激素來維持血壓和紅血球細胞生成。然而，腎臟功能的下降並非總是隨著時間平穩進行，尤其是在某些疾病如糖尿病的影響下，腎臟衰退的過程可能呈現出截然不同的模式。衡量腎臟功能的一個重要指標是**腎絲球過濾率**

(Glomerular Filtration Rate, GFR)，它表示腎臟每分鐘過濾血液的量，通常以毫升每分鐘(mL/min)為單位。在健康成年人中，GFR的正常範圍為90-120 mL/min。隨著年齡增長，GFR會逐漸下降，大約在40歲後每年減少約1 mL/min。然而，當涉及到糖尿病腎臟病

(Diabetic Kidney Disease, DKD)時，腎功能的變化遠比這複雜得多。本文將深入探討DKD的進展過程，並揭示其三個關鍵階段，幫助讀者更好地理解腎臟衰退的真相。

什麼是糖尿病腎臟病？

DKD的定義與普遍性

糖尿病腎臟病(DKD)是糖尿病最常見且嚴重的併發症之一，也是導致慢性腎病和末期腎病(End-Stage Renal Disease, ESRD)的主要原因。據統計，全球約有20-40%的糖尿病患者會在某個階段發展出DKD，這

使得它成為一個不容忽視的公共健康問題。

DKD的發生與長期高血糖密切相關。高血糖會損壞腎臟中的微小血管，特別是腎絲球(glomeruli)，這些血管負責過濾血液中的廢物。隨著時間推移，這種損傷會導致腎臟過濾能力下降，甚至完全喪失功能。

為什麼重要？

DKD不僅影響患者的生活品質，還帶來巨大的經濟負擔。當腎功能衰竭到一定程度，患者可能需要依賴透析或腎臟移植來維持生命。因此，了解DKD的進展過程，特別是它的不同階段，對於早期診斷和介入至關重要。

DKD的非線性進展

與一般認知中腎功能隨年齡緩慢下降的模式不同，DKD的腎功能變化是一個多階段的過程。這些階段包括初始的腎功能異常升高(超過濾)、逐漸損傷的過渡期，以及最終的快速衰退。以下將詳細介紹這三個階段，並解釋每個階段的特徵、診斷方法和治療策略。

糖尿病腎臟病的三個階段

DKD的進展通常分為三個階段，每個階段都有獨特的生理變化、臨床表現和治療需求。這三個階段分別是：

超過濾階段(Hyperfiltration Stage, 0-5年)

微量白蛋白尿伴正常腎功能階段(Microalbuminuria Stage, 5-15



年)

大量白蛋白尿伴腎功能快速下降階段 (Macroalbuminuria Stage, 15-25 年)

這些階段的時間範圍是大約的，具體進展速度因患者的血糖控制、血壓管理和其他健康因素而異。讓我們逐一深入探討。

第一階段：超過濾階段 (0-5 年)

什麼是超過濾？

在糖尿病發病的最初 5 年，患者的腎臟會進入一個被稱為**超過濾 (hyperfiltration)** 的階段。在此期間，腎絲球過濾率 (GFR) 不會下降，反而會升高，通常達到約 140 mL/min，高於正常範圍 (90-120 mL/min)。與此同時，尿液中的白蛋白 (albumin, 一種血液中的蛋白質) 水平保持正常，低於 30 mg/day。

這種現象看似腎功能「增強」，但實際上卻是腎臟受損的早期信號。超過濾是一種代償反應，試圖應對高血糖帶來的壓力，但這種代償最終會損害腎臟的結構。

為什麼會發生超過濾？

當血糖長期處於高水平時，腎臟的血流量增加，導致腎絲球內的壓力升高。這種壓力迫使腎絲球以更高的速度過濾血液，從而提升 GFR。然而，這種過度工作狀態會導致腎絲球肥大，並引發結構性變化，例如腎絲球基底膜 (glomerular basement membrane) 增厚和足細胞 (podocytes, 負責過濾的關鍵細胞) 損傷。

用一個簡單的比喻來說，腎臟就像一家公司，擁有 100 萬名員工 (腎

元, nephrons)。在超過濾階段，每個員工都被要求加班，產量 (GFR) 因此增加，但員工們的壓力也在累積。如果這種情況持續下去，一些員工會因為過勞而「離職」，為後續的衰退埋下伏筆。

臨床表現與診斷

在這個階段，患者通常沒有明顯症狀，尿白蛋白水平也在正常範圍內，因此很難通過常規檢查發現問題。例如，一位 50 歲剛診斷出糖尿病的患者，糖化血色素 (HbA1c) 為 10.8%，GFR 測量值為 130 mL/min，尿白蛋白為 25 mg/day。表面上看，他的腎功能似乎「良好」，但實際上腎臟已處於過勞狀態。

診斷超過濾需要通過血液檢查估計 GFR (例如基於肌酐酸水平的公式)，或使用更精確的方法如肌醇清除率 (inulin clearance)。然而，由於這些測試並非糖尿病患者的常規檢查，超過濾往往被忽視。

治療與建議

此階段的關鍵是早期介入。通過嚴格控制血糖 (例如使用胰島素或口服降糖藥) 和監測血壓，可以減輕腎臟的負擔，防止進一步損傷。生活方式的改變，如健康飲食和規律運動，也能起到積極作用。

第二階段：微量白蛋白尿伴正常腎功能階段 (5-15 年)

什麼是微量白蛋白尿？

在糖尿病發病 5-15 年後，DKD 進入第二階段。此時，GFR 從超過濾時的高點 (例如 140 mL/min) 開始回落，但通常仍維持在接近正常範圍 (例如 100 mL/min)。與此同時，尿液中的白蛋白水平開始升高，進

入**微量白蛋白尿

(microalbuminuria) **範圍，即 30-300 mg/day。

微量白蛋白尿是腎臟損傷的一個重要指標，表明腎絲球的過濾屏障已受損，無法有效阻止蛋白質滲漏到尿液中。

腎臟的結構變化

在這個階段，第一階段開始的結構性損傷變得更加明顯。腎絲球基底膜進一步增厚，足細胞數量減少，過濾屏障的完整性受到破壞。這些變化就像公司的濾網出現了小破洞，雖然修補工作仍在進行，但修復後的濾網更加脆弱，容易再次破裂。隨著破洞增多，白蛋白開始從這些漏洞中滲出，形成微量白蛋白尿。這表示著腎臟損傷從隱性轉為顯性。

GFR 的趨勢

雖然 GFR 開始下降，但下降速度較慢，且可能仍處於正常範圍內。例如，GFR 可能從 140 mL/min 逐漸降至 120 mL/min，再到 100 mL/min。這意味著腎臟仍有一定的功能儲備，但這種儲備正在逐漸耗盡。

治療的「黃金時期」

第二階段被認為是 DKD 治療的**黃金時期**。在這個階段，腎臟損傷已經顯現，但尚未達到不可逆的程度。積極的介入可以顯著減緩疾病進展，甚至在某些情況下逆轉微量白蛋白尿。

治療策略包括：

血糖控制：通過飲食、運動和藥物（如胰島素或 SGLT2 抑制劑）保持血糖穩定。

血壓管理：使用血管緊張素轉化酶

抑制劑（ACEI）或血管緊張素受體阻滯劑（ARB），這些藥物不僅能降低血壓，還能保護腎臟。

新型藥物：SGLT2 抑制劑已被證明能減少白蛋白尿並延緩腎功能下降。

生活方式調整：減少鹽分攝入、戒菸並保持健康體重。

例如，一位患者在診斷出微量白蛋白尿後開始服用 ARB 並嚴格控制血糖，幾個月後他的尿白蛋白從 150 mg/day 降至 50 mg/day，顯示出治療的有效性。

比喻：員工離職的開始

回到公司比喻，在這個階段，一些員工（腎元）因為長期過勞而離職。假設公司原本有 100 萬名員工，現在剩下 80 萬人。雖然總產量（GFR）仍在可接受範圍內，但產能已不如從前。如果不減輕員工負擔，離職人數會繼續增加。

第三階段：大量白蛋白尿伴腎功能快速下降階段（15-25 年）

大量白蛋白尿與 GFR 的急劇下降

在糖尿病發病 15-25 年後，DKD 進入第三階段。此時，腎功能快速惡化，GFR 從 60 mL/min 急劇下降至 20 mL/min 以下，甚至接近末期腎病水平（<15 mL/min）。同時，尿白蛋白水平顯著升高，進入**大量白蛋白尿（macroalbuminuria）**範圍（>300 mg/day），在疾病末期可能超過 5000 mg/day。

這個階段的腎功能下降不再是緩慢的，而是像「跳水」一樣迅速。這是因為腎臟的損傷已達到臨界點，無法再維持正常功能。

為什麼下降如此迅速？

在這個階段，腎元的損失進入惡性循環。以公司為例，假設員工數量從 100 萬減少到 50 萬時，剩餘員工勉強能維持產量。但當員工數進一步減少到 30 萬甚至 10 萬時，每個員工的負擔變得難以承受，導致更多員工離職，產量(GFR)隨之崩潰。從生理學角度看，殘存的腎元不堪重負，持續的高壓和高血糖加速了腎絲球硬化(glomerulosclerosis)和腎小管損傷。這種惡性循環最終導致腎功能幾乎完全喪失。

臨床表現與併發症

隨著腎功能的喪失，患者會出現明顯的症狀，例如：**尿毒症(uremia)**：疲勞、食慾不振、噁心、嘔吐。

水腫：由於腎臟無法排出多餘水分，導致下肢腿部或全身腫脹。

貧血：腎臟分泌促紅血球細胞生成素減少。

心血管問題：高血壓和毒素積聚增加心臟負擔。

例如，一位 60 歲的糖尿病患者，GFR 從 90 mL/min 下降到 30 mL/min，尿白蛋白從 200 mg/day 上升到 4000 mg/day。他開始感到疲倦並出現下肢腿部水腫，提示腎功能已嚴重受損。

治療與管理

在這個階段，治療的重點從預防進展轉向症狀管理和腎臟替代療法：

透析：血液透析或腹膜透析，幫助清除血液中的廢物。

腎臟移植：用健康腎臟替換受損腎臟。

支持性治療：控制貧血、腎性骨病變和心血管風險。

此外，低蛋白飲食和胺基酸補充劑

可以減輕殘餘腎元的負擔，延緩透析的需要。

比喻與真實案例

員工比喻的完整版

讓我們把腎臟比作一家有 100 萬名員工的公司：

超過濾階段：員工加班，產量增加到 140，但壓力累積。

微量白蛋白尿階段：部分員工離職，剩下 80 萬人，產量降至 100，質量（白蛋白滲漏）開始出問題。

大量白蛋白尿階段：員工只剩 10 萬人，每人負擔過重，產量崩潰至 40，公司瀕臨倒閉。

這個比喻生動地展示了 DKD 的進展過程，從表面上的「高效率」到最終的崩潰。

患者故事：小明的經歷

小明，一位 45 歲的 2 型糖尿病患者，在確診時 GFR 為 130 mL/min，尿白蛋白為 25 mg/day。他認為腎功能正常，沒有重視血糖控制。5 年後，他的 GFR 降至 100 mL/min，尿白蛋白升至 150 mg/day，進入微量白蛋白尿階段。醫生建議他服用 ARB 並改善生活習慣，但小明未能堅持。15 年後，小明的 GFR 降至 30 mL/min，尿白蛋白達到 4000 mg/day。他開始感到疲倦和水腫，醫生警告他可能需要透析。小明的經歷提醒我們，早期介入的重要性不容忽視。

總結與建議

糖尿病腎臟病的進展是一個複雜的過程，遠非簡單的線性衰退。它的三個階段——超過濾、微量白蛋白尿和大量白蛋白尿——揭示了腎臟從代償到崩潰的完整軌跡。關鍵在



於：

早期發現：定期檢查 GFR 和尿白蛋白，及早發現異常。

積極介入：在微量白蛋白尿階段採取行動，可能逆轉損傷。

持續管理：即使進入晚期，也有方

法減輕症狀並延長腎功能。

對於糖尿病患者來說，與醫療團隊合作、控制血糖和血壓、調整生活方式，是保護腎臟的最佳途徑。腎臟雖然堅韌，但也需要我們的呵護。

參考文獻

Leoncini G, et al. *Journal of Nephrology* 2020; 33(5):949-963.

Bailey CJ, et al. *British Journal of Diabetes & Vascular Disease* 2012; 12(4):167-171.

American Diabetes Association. *Standards of Medical Care in Diabetes—2023*. *Diabetes Care* 2023; 46(Supplement_1).

