

皮膚吸收之生理機能

三總北投分院 家庭醫學科主任

陳家勉 醫師

皮膚是人體的最大器官，其主要之生理機能包括：①保護作用；②感覺作用；③調節體溫；④排泄作用與⑤製造維生素D（表1）。在汗腺排汗的過程中，汗液的排出和蒸發作用所帶出之大量熱量可達到人體散熱的目的。汗液的主要成份是水（約占98%~99%），而其餘的物質則為氯化鈉與極少量的尿素、乳酸、氨和其他的鹽類。

表1 皮膚主要功能一覽表

保護作用	抵抗機械性及化學物質之刺激、抵禦病原體侵襲及紫外線傷害、防止體內水分過度散失（保濕）、皮膚衍生物（如指甲）之加強保護作用
感覺作用	真皮層內分布之感覺小體能接收觸、痛、壓、熱、冷等刺激
調節體溫	利用排汗及皮下微血管的擴張作用來散熱
排泄作用	排除身體代謝後所產生的廢物（如少量尿素、尿酸與過多鹽分等）
製造維生素D	藉由陽光的照射而生成

摘自 人體生理學

長期以來，生理學家一直將出汗視為一種有效且安全的排毒方式，重金屬可以通過汗液的排出體外以降低體內此類金屬的含量，在炎熱環境中通過動態運動（dynamic exercise）之方式將體內重金屬去除可能比靜態暴露（static exposure）更為有效（Kuan、Chen 及 Liu、2022）；至於在毒理學家的觀點：出汗是排泄有機氣農藥（Genuis、Lane 及 Birkholz、2016）及多種毒金屬（toxicmetals）（包括鎘、鉛和鋁）的主要途徑（Genuis、Birkholz 及 Rodushkin 等、2011）；然而，這些有毒物質通過汗液排出體外的量會比尿液來的多，所以，增加出汗量可為提高有毒物質排泄的有效手段。

皮膚之生理機能除了上述之作用外，還具有吸收之功能！其物質從外通過皮膚吸收之途徑為表皮及毛囊、皮脂腺、汗腺等皮膚附屬器。當人體從事溫泉浴的過程中，水在不同的溫度下以每小時 1 ul/cm^2 的速度經由皮膚吸收，而以成人的全身體表面積 1.7 m^2 算來，水分經皮吸收的速度約為 16~18 ml/小時。

溫泉泉質中的化學成分，經由皮膚吸收量的多寡與該成分是否具有“親脂性”有關。36°C 不感溫度之水浴下，二氧化碳、硫化氫及氫氣等親脂性氣體之吸收力就是水的 10 倍至 100 倍（像是 160 公分高、體重 54 公斤的成年人其碳酸泉浴 10

分鐘，經由皮膚吸收的二氧化碳量可達 530 毫升)，而這些氣體經皮膚吸收進入人體的靜脈系統後終會由肺部排出體外；同樣地，相較於親水性物質，親脂性的非有機成分 (lipophilic non-organic components) 也相對容易吸收。

相較於水分子，溫泉中較難吸收的成分包括鈉離子、氯離子、亞鐵離子、鈣離子及硫酸根離子，而具多價鍵的離子也是難以經由皮膚吸收至體內。至於高水溫、高濃度泉質、較長的沐浴時間、皮膚處於發炎狀態 (有如燙傷及潰爛時) 或是溫泉中二氧化碳效應造成之皮膚充血等情形皆為經皮吸收速率的促進因子。

McCarty、Carter 及 Fletcher 等 (1994) 在一“鋰離子”經皮吸收的研究中發現：53 位成年人 (28 位男性、25 位女性) 被隨機安排浸泡於不同濃度的鋰離子池中：①實驗組：40±5 mg/L 及②對照組 (水中原本就存有少許濃度)：0.02 mg/L；水溫維持在 101±2 °F 的範圍內，每天浸泡 20 分鐘，每週 4 天、為期 2 週後——顯示鋰離子並不會經由皮膚吸收而提升血中鋰離子濃度，故躁鬱症病人應無法利用浸浴的方式達到治療的目的。

皮膚吸收之功能被廣泛被用於化學品、殺蟲劑、化妝品及藥品等領域，能夠輕易穿透皮膚的金屬離子包括了鎳、鈷與鉻 (Kielhorn、Melching-Kollmuß, et al、2005)，而人類的皮膚則可讓鉀、鎂、鈣、鐵、銅、鋅、鉛、鎘、銻、溴等離子及硫酸鹽與硝酸鹽陰離子透過 (Laudańska、Lemancewicz 及 Kre, towska、2002; Xu、Shi 及 Wang、2013)。火成岩形成的溫泉中不乏有重金屬的成分，只要不飲用一般不會有中毒的疑慮，至於在浸浴的過程中這些可能經由皮膚吸收的“超微量”重金屬是否會對人體產生微妙的“激效反應”?! 則是令人期待...

參考文獻

1. 陳健民編著 (2007) • 環境毒物學(第二版) • 新北市:新文京開發新出版股份有限公司。
2. 阿岸 祐幸 (2014) • 溫泉と健康 • 東京:株式会社 岩波書店。
3. 植田 理彦、甘露寺 泰雄、前田 真治、光延 文裕、倉林 均、青山 英康 … 大塚 吉則 (2004) • 新溫泉医学 • 東京:日本溫泉氣候物理医学會。
4. Calabrese, E. J. (2015). Hormesis: principles and applications. *Homeopathy, Apr;104*(2), 69-82.
5. Calabrese, E. J. (2021). Hormesis Mediates Acquired Resilience: Using Plant-Derived Chemicals to Enhance Health. *Annu Rev Food Sci Technol, Mar 25;12*, 355-381.
6. Gálvez, I., Torres-Piles, S., & Ortega-Rincón, E. (2018b). Balneotherapy, Immune System, and Stress Response: A Hormetic Strategy? *Int J Mol Sci, Jun 6;19*(6), 1687-1706.
7. Genuis, S. J., Birkholz, D., Rodushkin, I., & Beesoon, S. (2011).

- Blood, urine, and sweat (BUS) study: monitoring and elimination of bioaccumulated toxic elements. *Arch Environ Contam Toxicol*, 61(2), 344–357.
8. Genuis, S. J., Lane, K., & Birkholz, D. (2016). Human elimination of organochlorine pesticides: blood, urine, and sweat study. *Biomed Res Int*, Oct 5;2016, 1624643.
 9. Kuan, W. H., Chen, Y. L., & Liu, C. L. (2022). Excretion of Ni, Pb, Cu, As, and Hg in Sweat under Two Sweating Conditions. *Int J Environ Res Public Health*, Apr 4;19(7), 4323.
 10. Laudańska, H., Lemancewicz, A., M. Kre,towska, M., Reduta, T., & T. Laudański, T. (2002). “Permeability of human skin to selected anions and cations—in vitro studies” *Res Commun Mol Pathol Pharmacol*, 112(1-4), 16–26.
 11. Lu, F. C., & Kecew, S. (2007) • 基礎毒物學 (第四版) (劉宗榮、翁祖輝、劉興華、郭明良、康熙洲合譯) • 新北市：藝軒圖書出版社。
 12. McCarty, J. D., Carter, S. P., Fletcher, M. J., & Reape, M. J. (1994). Study of lithium absorption by users of spas treated with lithium ion. *Hum Exp Toxicol*, May;13(5), 315–319.
 13. Sullivan, Jr., J. B., & Krieger, G. R. (2001). In: Clinical Environmental Health and Toxic Exposures. USA: LWW.com USA: LWW.com.
 14. Widmaier, E. P., Raff, H., & Strang, K. T. (2007) • 人體生理學 (賴義隆總校閱; 蔡元奮、胡孟君、何應瑞、吳莉玲、柯雅慧、謝宜霖 … 黃精英等編譯) • 新北市：藝軒圖書出版社。
 15. Xu, L., Shi, R., & Wang, B. (2013). “Effect of 3 weeks of balneotherapy on immunological parameters, trace metal elements and mood states in pilots” *J Physical Therapy Sci*, 25(1), 51–54.