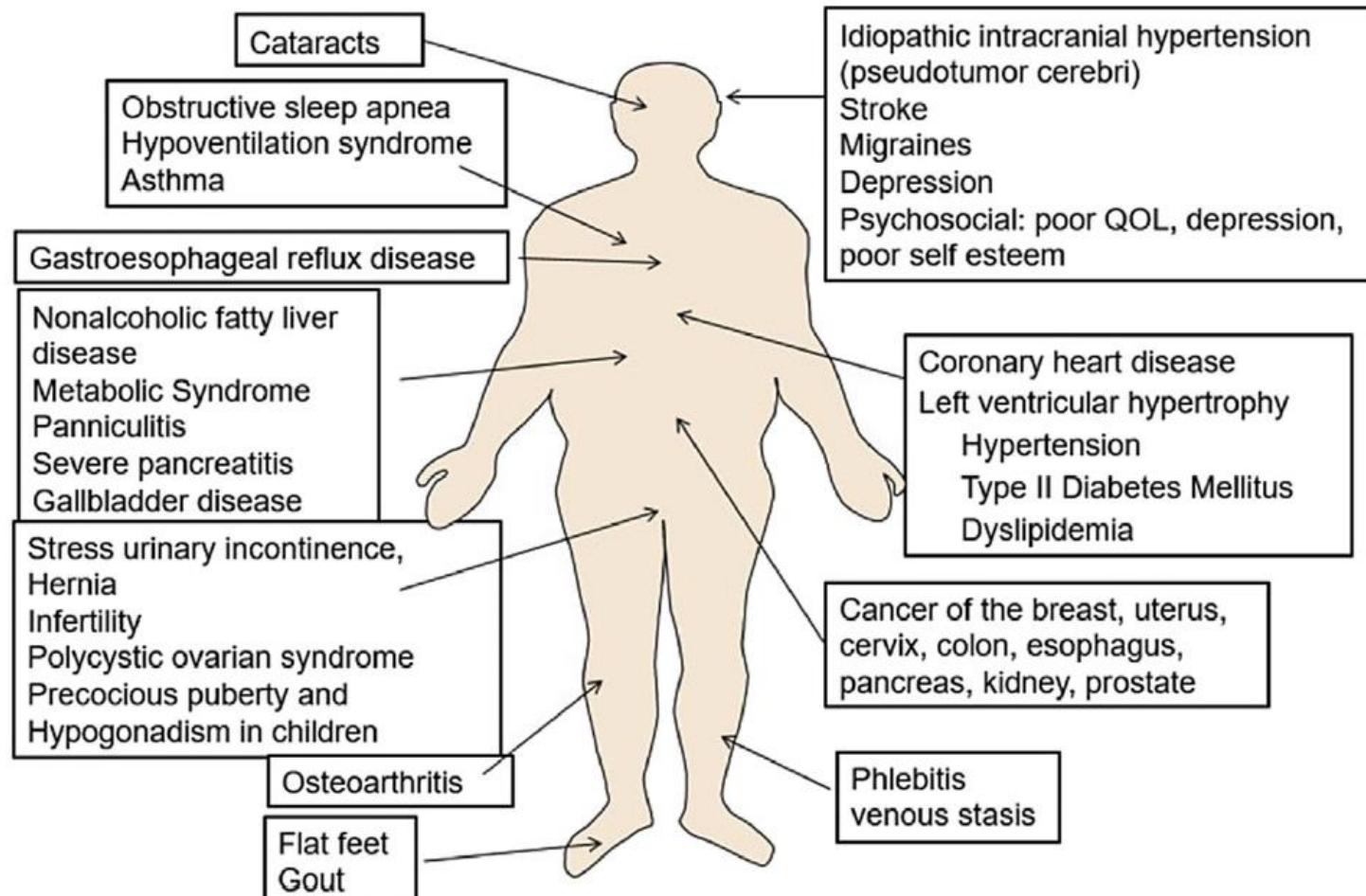


以心肺適能作為輔助BMI 健康體位評估指標

慈濟大學 黃森芳 副教授

110學年度健康促進學校輔導計畫
中央輔導委員與縣市 政府 教育局
處共識會議1101207台灣師範大學

有**肥胖**有關的合併症眾多包括癌症、心血管疾病、代謝性疾病、不孕症等等，可謂**百病之源**
(Upadhyay et al., 2018)



Adolphe Quetelet (1796-1874) 是比利時的數學家、統計學家、天文學家。在1832年發展出體重(kg)除以身高平方的公式稱為**Quetelet Index**，1972年被Ancel Keys (1904-2004)改稱為**Body Mass Index (BMI)**。



WHO各年齡層BMI或體重過重與肥胖標準

身體組成	成年人	5-19歲	5歲以下
過重 BMI	BMI大於25	BMI大於WHO各年齡層生長對照中位數的1個標準差	體重大於WHO身高對照體重生長標準中位數2個標準差以上
肥胖 BMI	BMI大於30	BMI大於WHO各年齡層生長對照中位數的2個標準差	體重大於WHO身高對照體重生長標準中位數3個標準差以上

- ...it (BMI) should be considered a 「rough guide」 because it may not correspond to the same degree of fatness in different individuals (WHO, 2021).
-因為對於不同的個人，它(BMI)無法一致的反應出相同程度的脂肪量，它應該被視為一個粗略的指引而已(WHO, 2021)。

WHO (9 June, 2021), Obesity and overweight. Key facts. <http://www.who.int/zh/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> Accessed 20210906

與CT、MRI、DEXA與超音波掃描比較 BMI、WC判斷肥胖的系統回顧與整合分析研究結果

測量方式	研究篇數	研究人數	特異性	敏感度
男性BMI 25-30kg/m²	12	11,320	97.3%	49.6%
女性BMI 25-30kg/m²	16	14,008	95.4%	51.4%
男性WC 90.2 to 100.0 cm	6	3,590	94.8%	57.0%
女性WC 80.5 to 92.3 cm	8	4,964	88.1%	62.4%

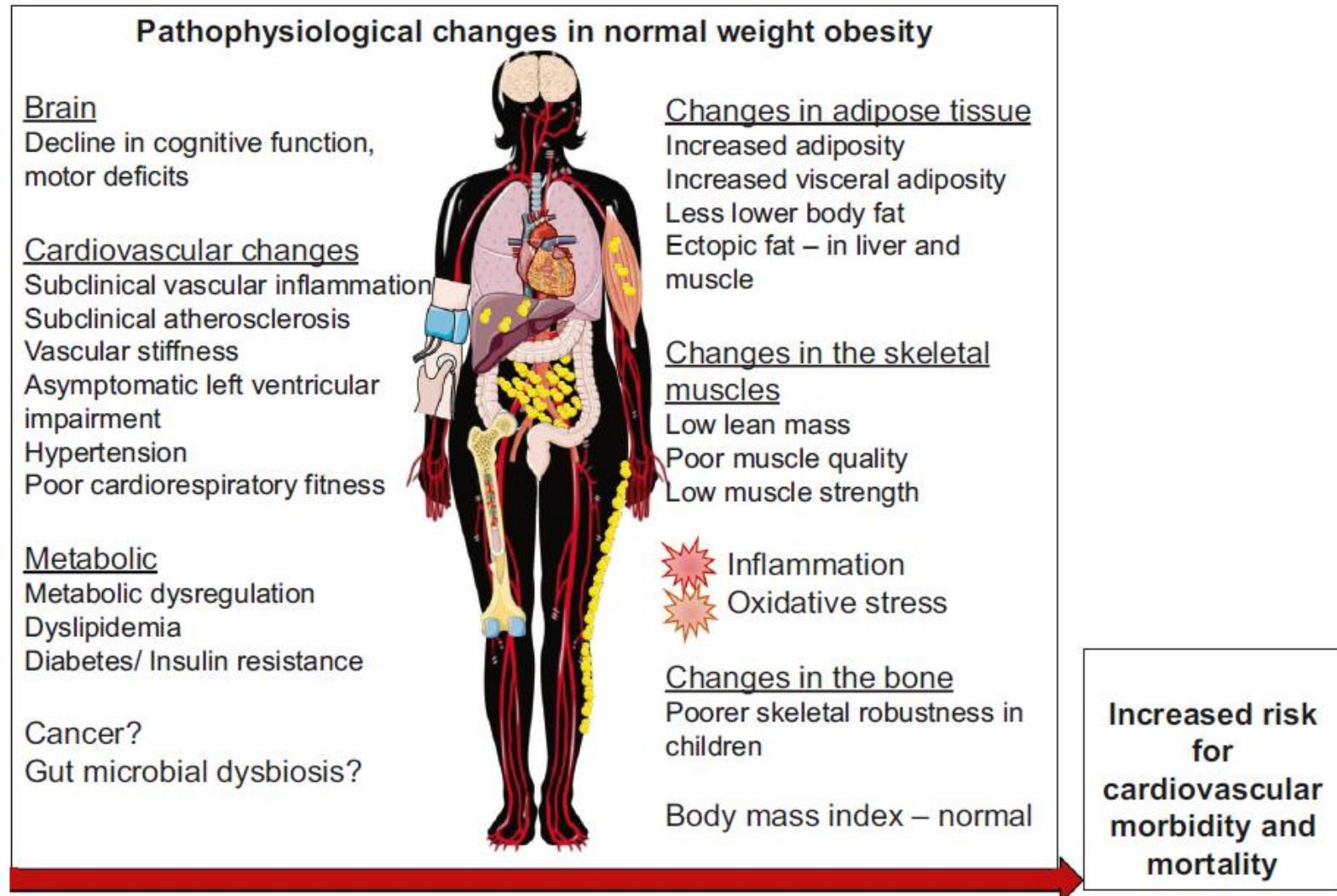
Sommer, I., Teufer, B., Szelag, M., Nussbaumer-Streit, B., Titscher, V., Klerings, I., & Gartlehner, G. (2020). The performance of anthropometric tools to determine obesity: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 10(1). doi:10.1038/s41598-020-69498-7

BMI評估體位可能衍生的問題

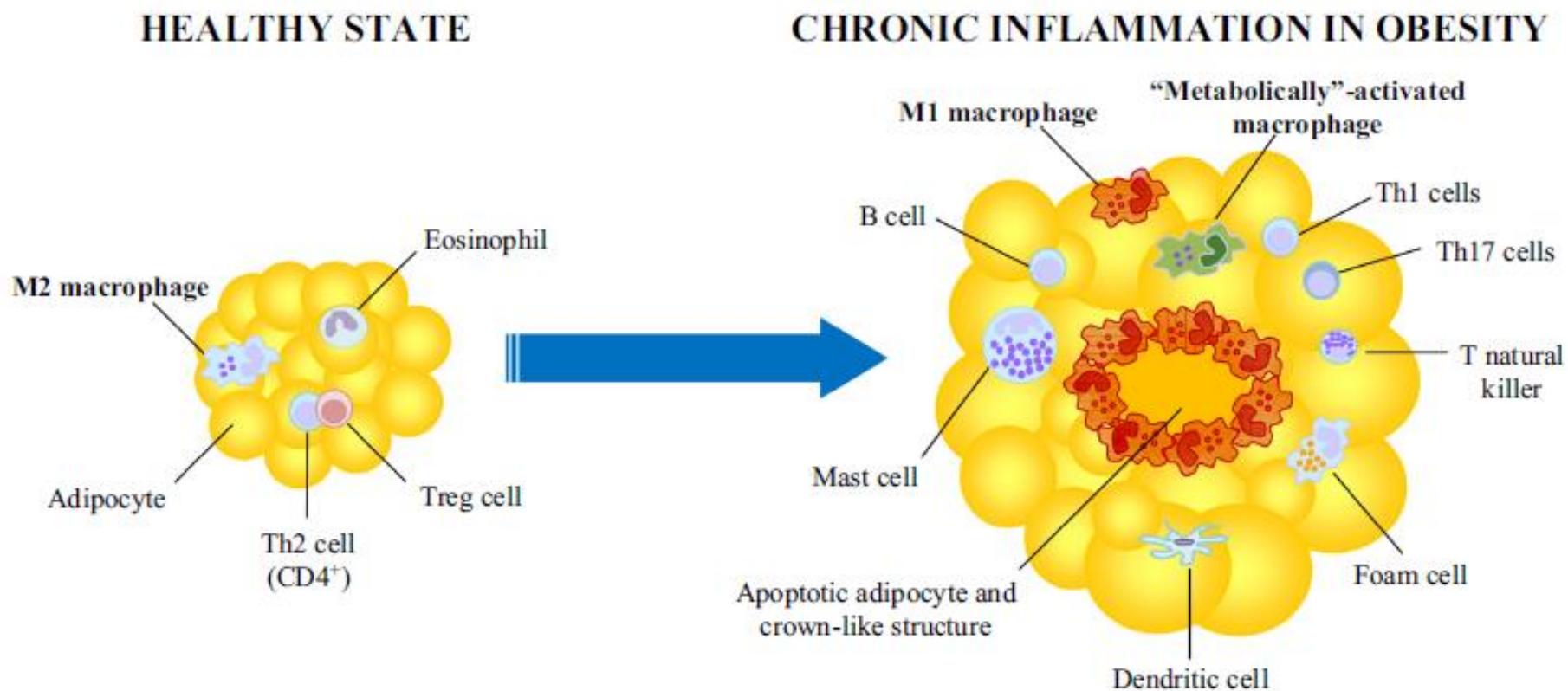
1. 肌肉、骨骼含量高，脂肪含量可能不多，但BMI可能達過重或肥胖範圍的學生，會被建議增加日常身體活動量外，也會被勸導減少日常食量，將抑制其本身原來基因調控最佳的身高、體重與其它生長發育的生理狀態。
2. 肌肉、骨骼含量少，脂肪含量卻很高，但BMI可能介於正常範圍的學生，此類體位也被稱為體重正常肥胖(normal weight obesity)，是心臟與代謝疾病高危險群，反而失去介入改善的機會。

黃森芳(2021)。心肺適能作為輔助BMI評估身體健康的指標。110學年健康促進學校電子報-第一期，台灣健康促進學校。
<http://hps.hphe.ntnu.edu.tw/news/epaper/article/id-37?#article179>. Accessed 20211204

體重正常肥胖病理生理現象 (Wijayatunga, & Dhurandhar, 2021)

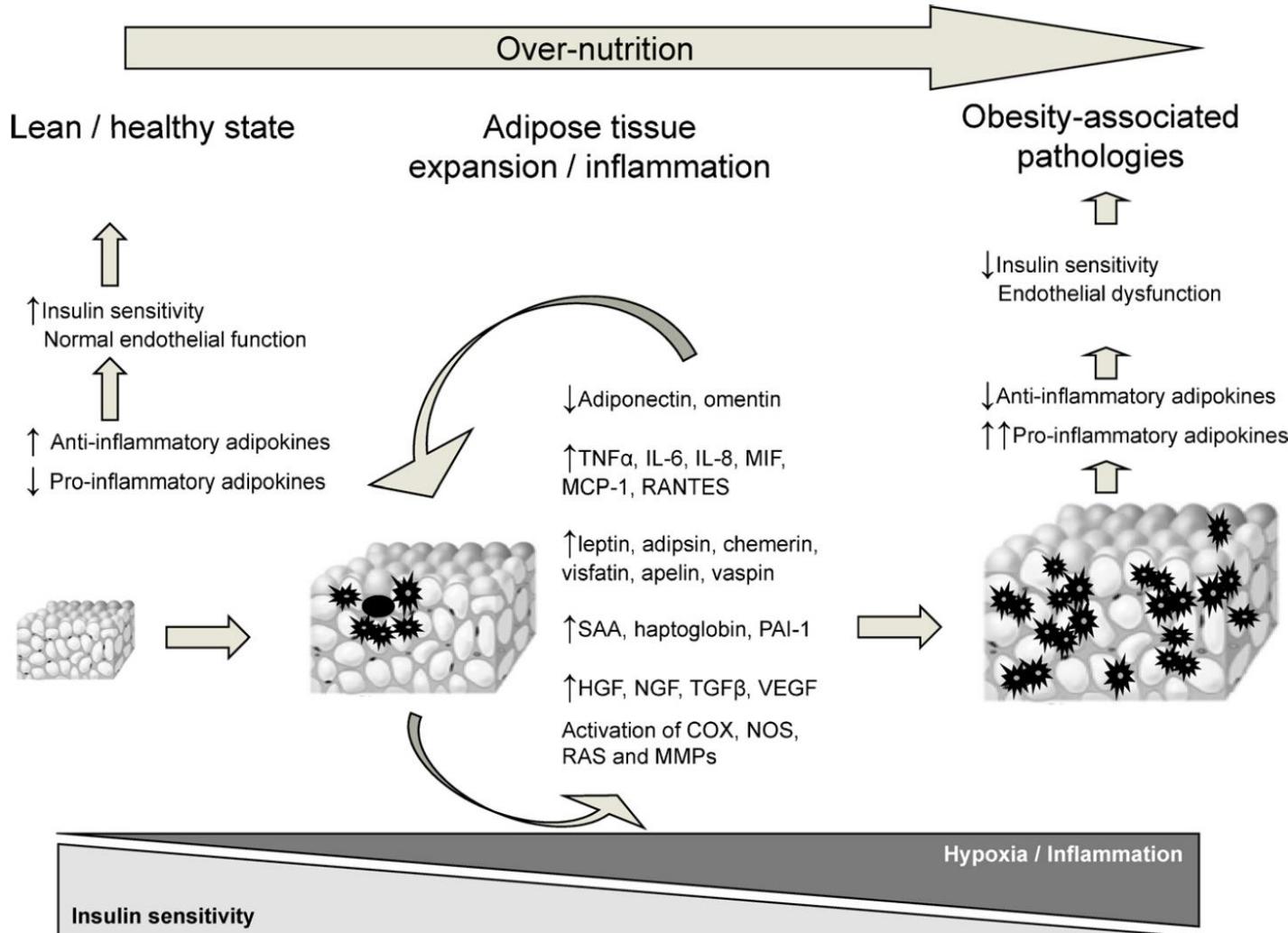


從健康到肥胖，肥胖者脂肪組織內會增加很多促進發炎的不同免疫細胞，包括M1巨噬細胞、T細胞等(Rodríguez et al., 2015)

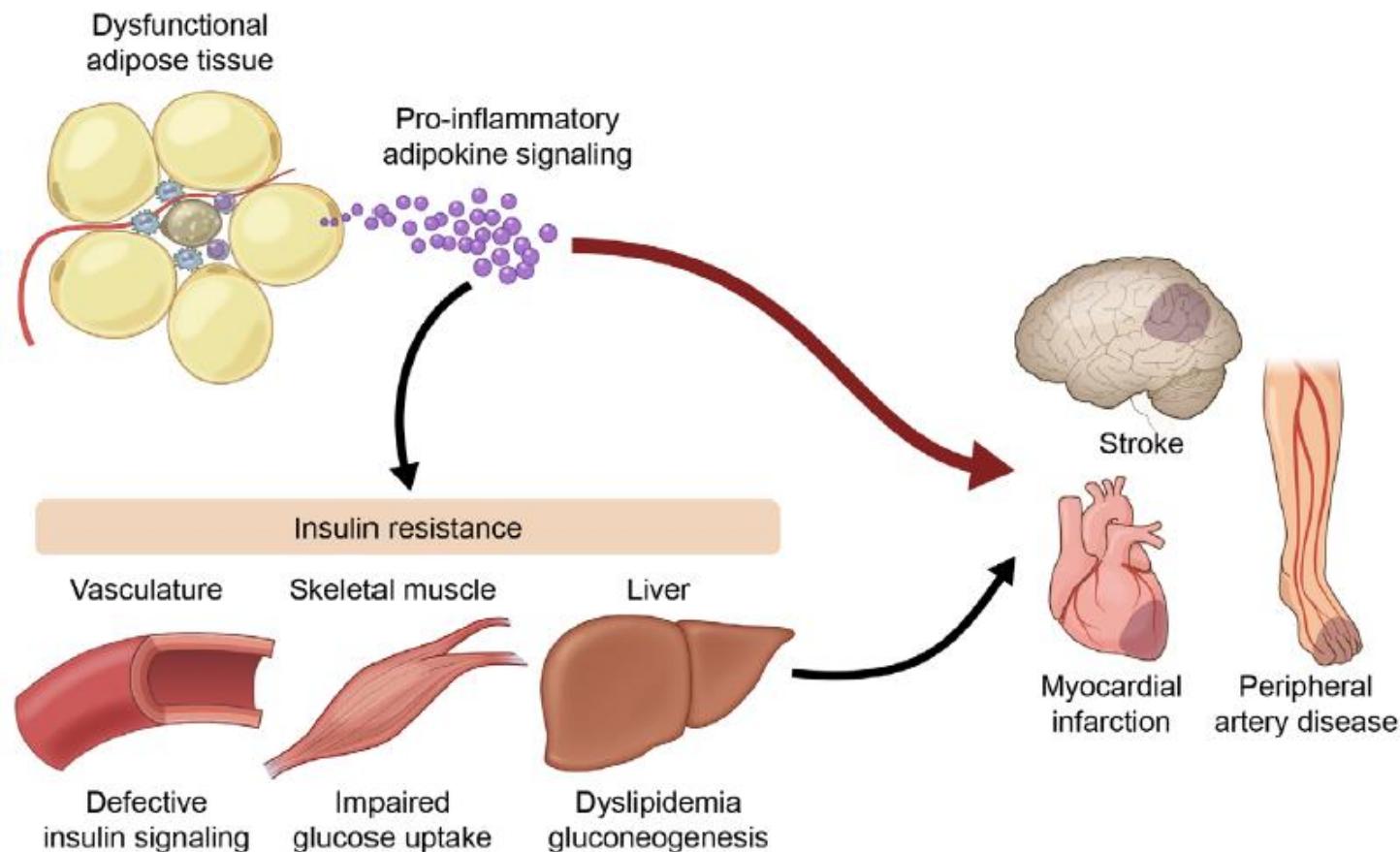


Amaia Rodríguez, Silvia Ezquerro, Leire Méndez-Giménez, Sara Becerril, and Gema Frühbeck. (2015). Revisiting the adipocyte: a model for integration of cytokine signaling in the regulation of energy metabolism. Am J Physiol Endocrinol Metab 309: E691–E714.

體脂肪愈高，入侵脂肪組織發炎細胞就會愈多，脂肪組織因而出現缺氧與發炎愈嚴重
 (Karastergiou & Mohamed-Ali, 2010)。



肥胖產生脂肪組織功能異常，會啟動促發炎脂肪激素分泌，經由血液循環，直接作用在心血管組織上，引發心血管疾病。抗發炎與促發炎脂肪激素(adipokine imbalance)失衡，同時也會影響到重要的代謝組織器官如肝臟、骨骼肌等的功能與微血管結構，引發胰島素阻抗，間接促進心血管疾病的發展 (Fuster et al., 2016)。



肢體 VS 軀幹；皮下 VS 內臟；白色脂肪 VS 棕色脂肪 脂肪總量 VS 脂肪功能；抗發炎 VS 促發炎

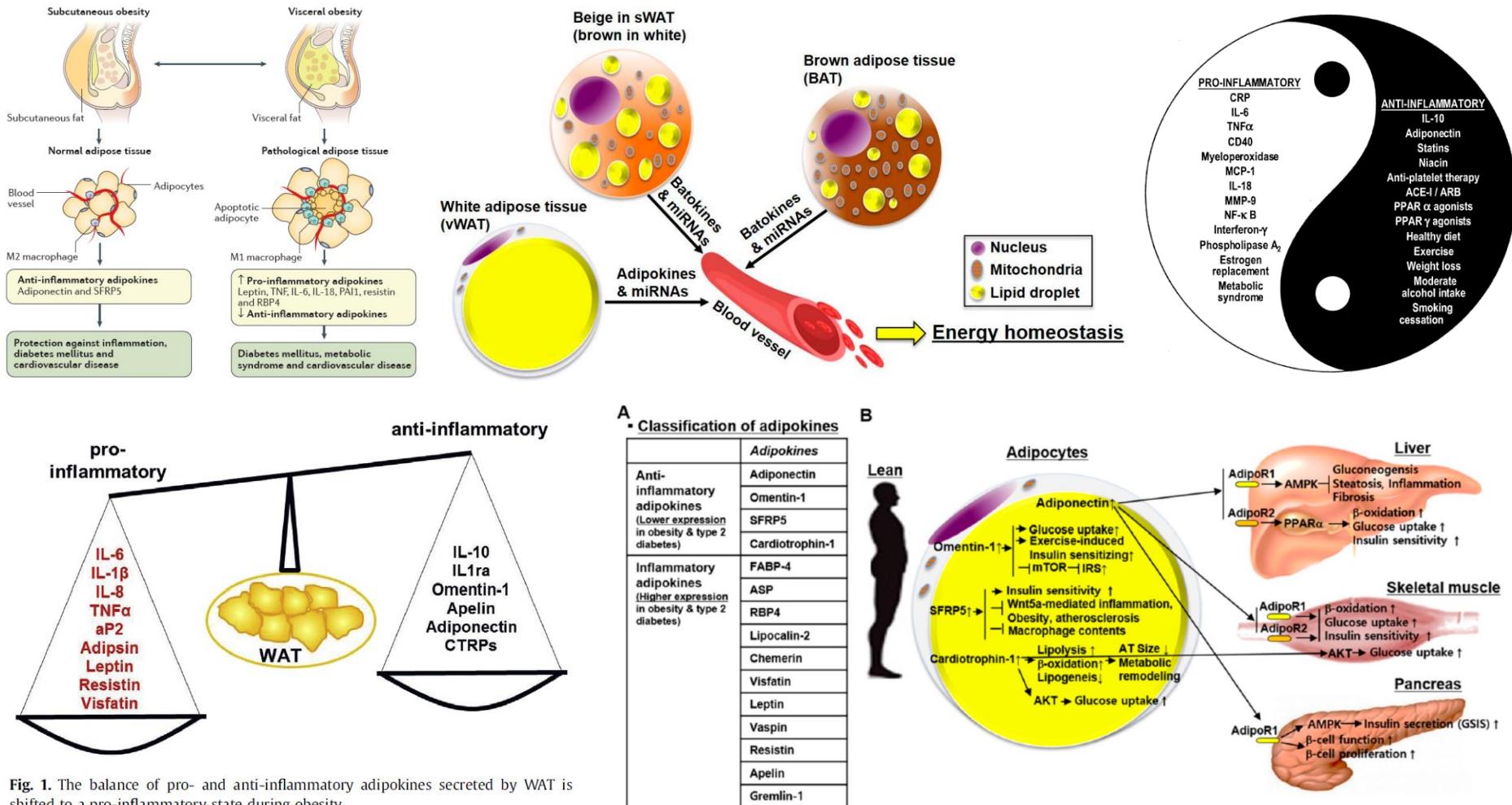
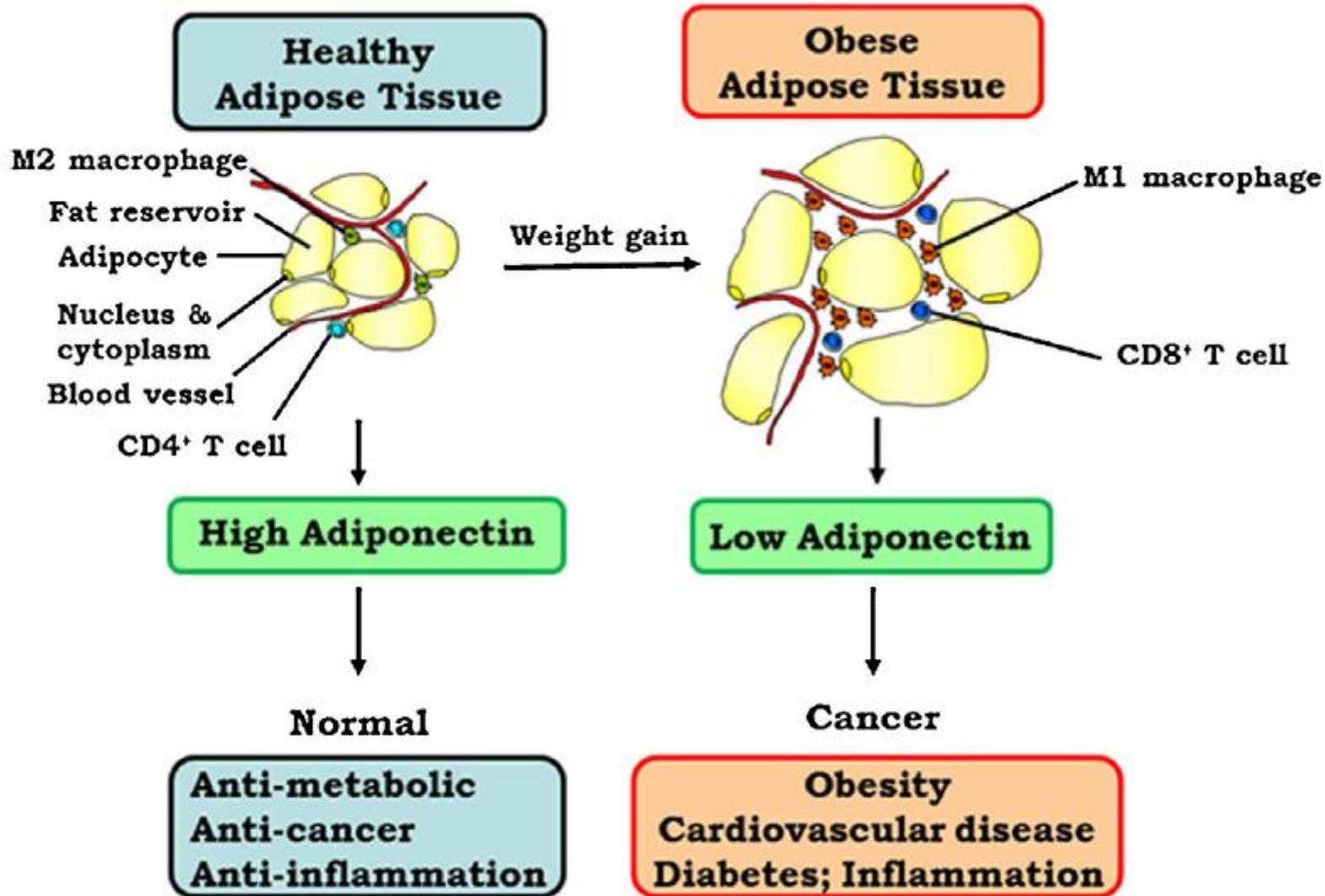


Fig. 1. The balance of pro- and anti-inflammatory adipokines secreted by WAT is shifted to a pro-inflammatory state during obesity.

Pedro González-Muniesa, Miguel-Angel Martínez-González, Frank B. Hu, Jean-Pierre Després, Yuji Matsuzawa, Ruth J. F. Loos, Luis A. Moreno, George A. Bray and J. Alfredo Martínez. (2017). Obesity. Nature Review, V 3, 17034, 1-18. doi:10.1038/nrdp.2017.34Lee, Lee, & Oh. (2019). Adipose Tissue-Derived Signatures for Obesity and Type 2 Diabetes: Adipokines, Batokines and MicroRNAs. Journal of Clinical Medicine, 8(6), 854. doi:10.3390/jcm8060854

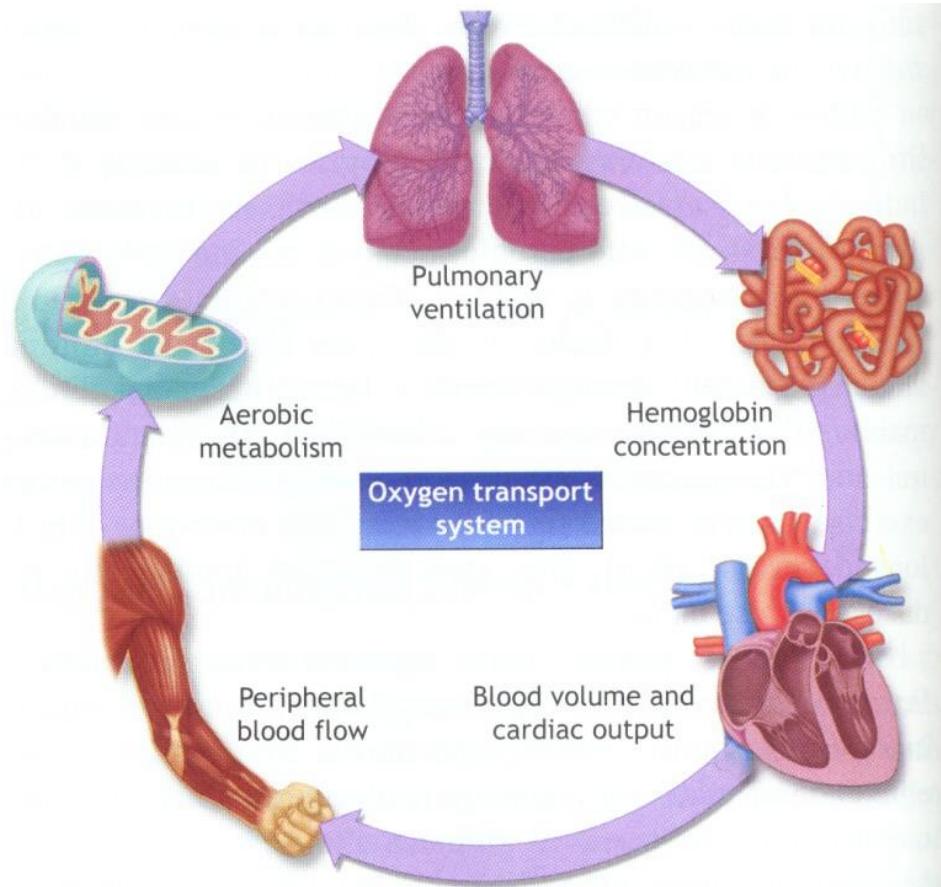
健康脂肪組織 VS 不健康脂肪組織



Nagaraju, G. P., Rajitha, B., Aliya, S., Kotipatruni, R. P., Madanraj, A. S., Hammond, A., ... Pattnaik, S. (2016). The role of adiponectin in obesity-associated female-specific carcinogenesis. *Cytokine & Growth Factor Reviews*, 31, 37–48. doi:10.1016/j.cytogfr.2016.03.014

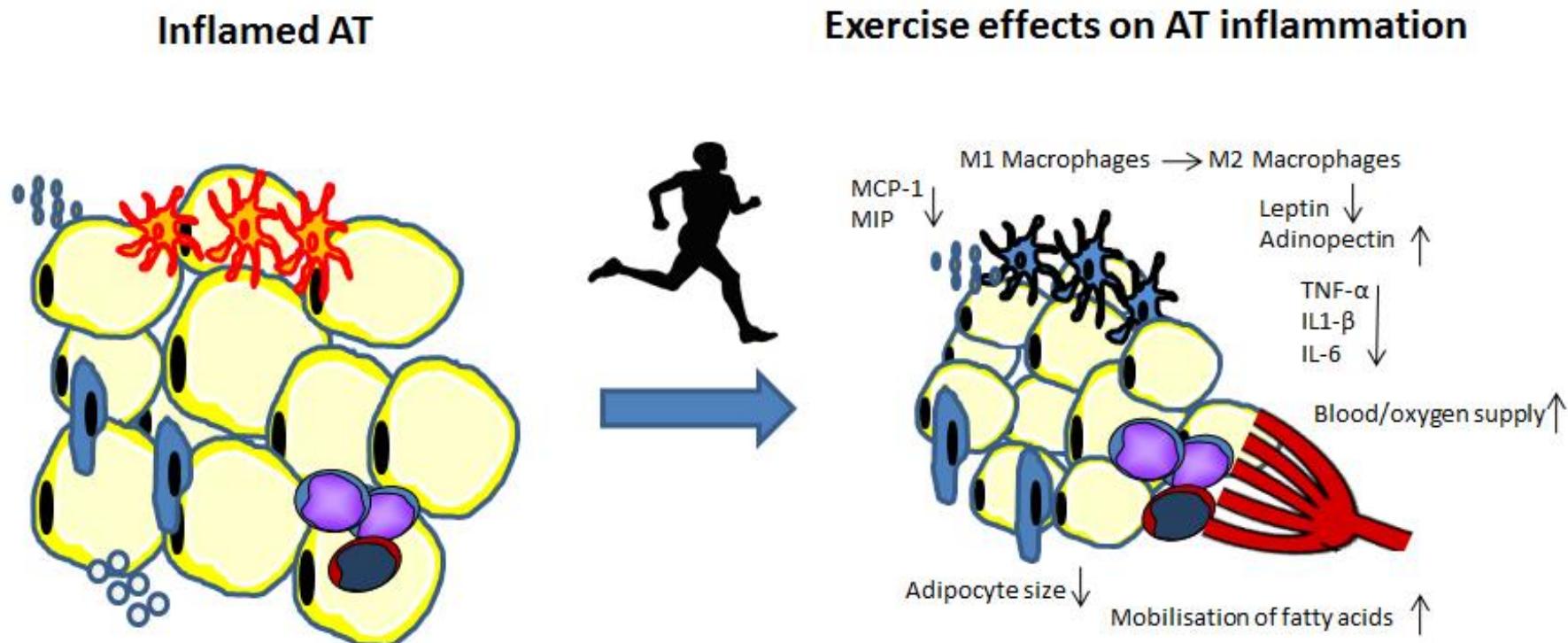
心肺適能(cardiorespiratory fitness, CRF)

1. CRF反映人體將氧氣從體外大氣中運送到細胞粒線體內產生熱量，供身體從事身體活動的綜合能力，也就是所謂最大攝氧能力 VO_2max (ml/kg/min)。
2. 直接牽涉到肺臟、血球、血液、血管、心臟、粒線體等，多個系統、器官、組織與細胞的健康。
3. 可以視為反映整體身體健康的能力。



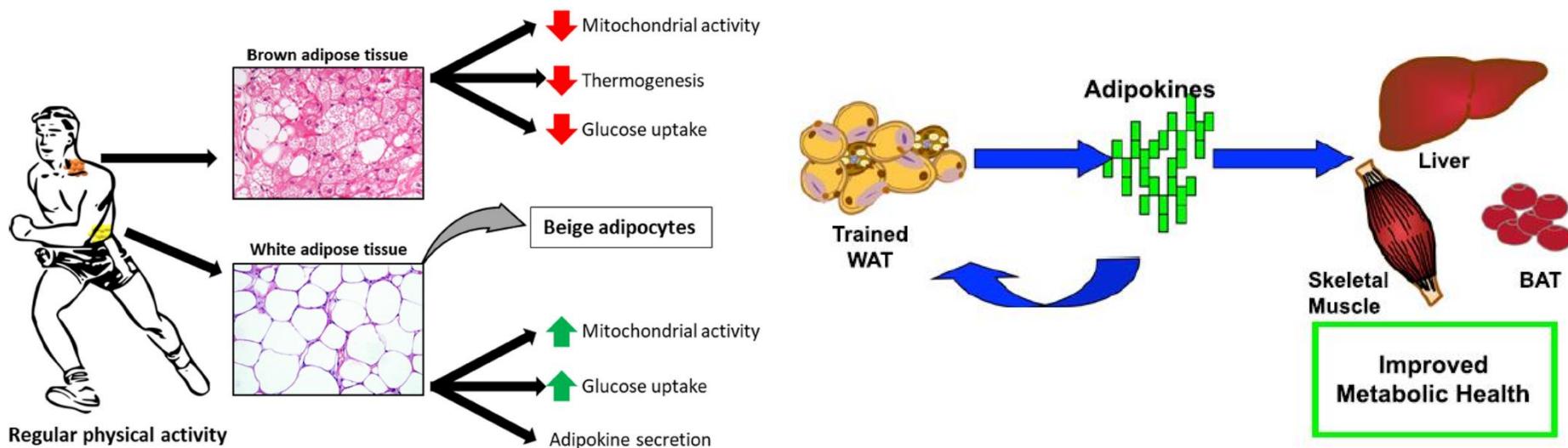
(McArdle, Katch & Katch, 2001)

運動訓練對發炎的皮下與內臟脂肪組織 (“inflamed” visceral adipose tissue) 具有減小脂肪細胞體積、降低促發炎脂肪激素的分泌 (Krüger, 2017).



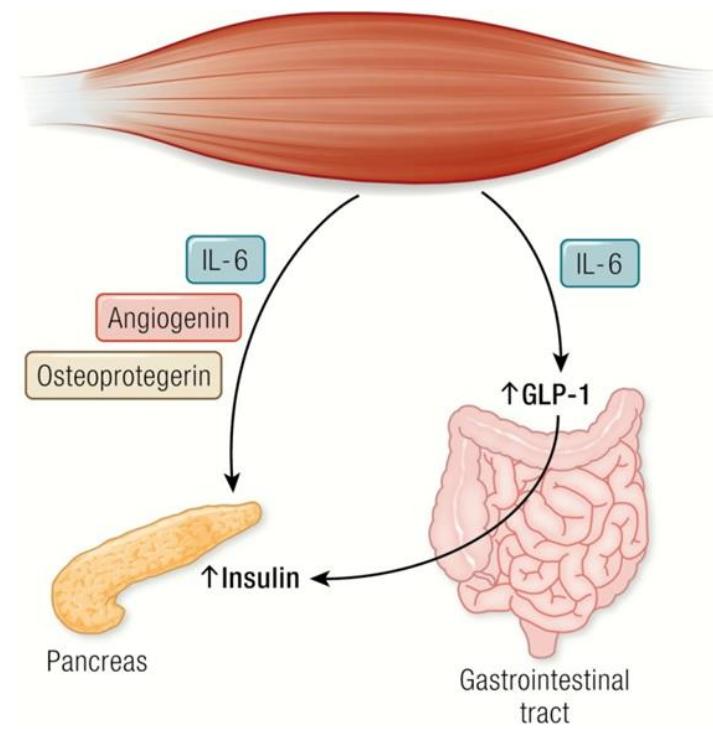
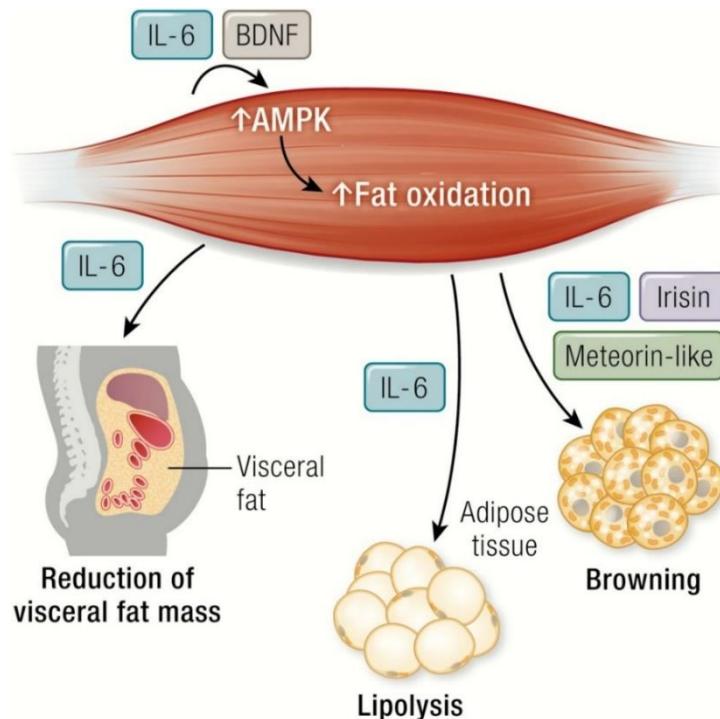
Krüger K. (2017). Inflammation during Obesity –Pathophysiological Concepts and Effects of Physical Activity. Dtsch Z Sportmed, 68: 163-169. Doi: 10.5960/dzsm.2017.285

棕色、淡棕色與白色脂肪組織對運動刺激會產生不同的改變。經由運動訓練的白色脂肪組織，會恢復脂肪激素製造功能的恆定(homeostasis)，以及對肌肉、肝臟與棕色脂肪組織等各組織器官的內分泌作用，同時改善全身代謝功能，並影響白色脂肪組織本身的功能 (Mika et al., 2019; Stanford et al., 2015).



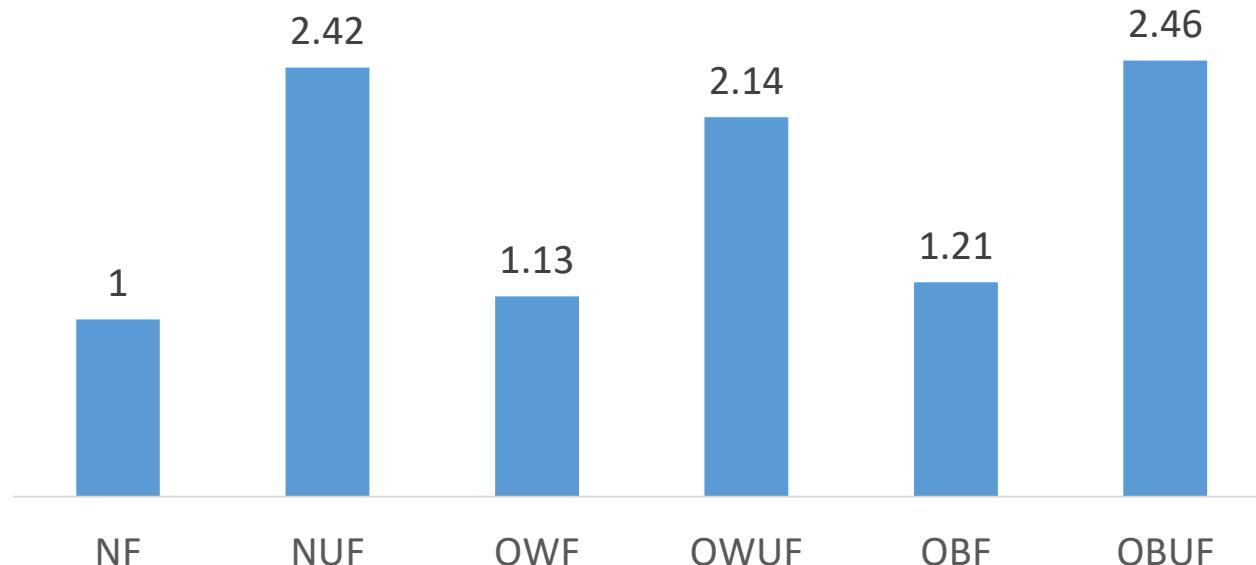
Mika A, Macaluso F, Barone R, Di Felice V and Sledzinski T (2019) Effect of Exercise on Fatty Acid Metabolism and Adipokine Secretion in Adipose Tissue. *Front. Physiol.* 10:26. doi: 10.3389/fphys.2019.00026Kristin I. Stanford, Roeland J.W. Middelbeek, and Laurie J. Goodyear. (2015). Exercise Effects on White Adipose Tissue: Beiging and Metabolic Adaptations. *Diabetes*, 64, 2361–2368 | DOI: 10.2337/db15-0227

運動增加肌肉激素IL-6分泌，刺激腹部脂肪分解。同時增加肌肉激素 Irisin、meteoriin-like與IL-6分泌，會將白色脂肪組之棕色化 (browning)。IL-6 與BDNF 則會刺激脂肪氧化。運動增加肌肉激素 Angiogenin、osteoprotegerin與IL-6分泌，這些肌肉激素具有抗促發炎激素保護胰臟 β 細胞的作用 (pancreatic β -cell protective actions against proinflammatory cytokines)。IL-6藉由誘導腸道 L細胞類升糖勝肽-1的表現，增加胰臟分泌胰島素(Severinsen & Pedersen, 2020)。



整合分析10篇包含92,986為研究對象有關體位、CRF與總死亡率的研究，研究對象依據體重與CRF程度，分成：1.正常體重CRF差、2.正常體重CRF佳、3.體重過重CRF差、4.體重過重CRF佳、5.肥胖CRF差、6.肥胖CRF佳等6組，研究結果如下圖 (Barry et al., 2014)：

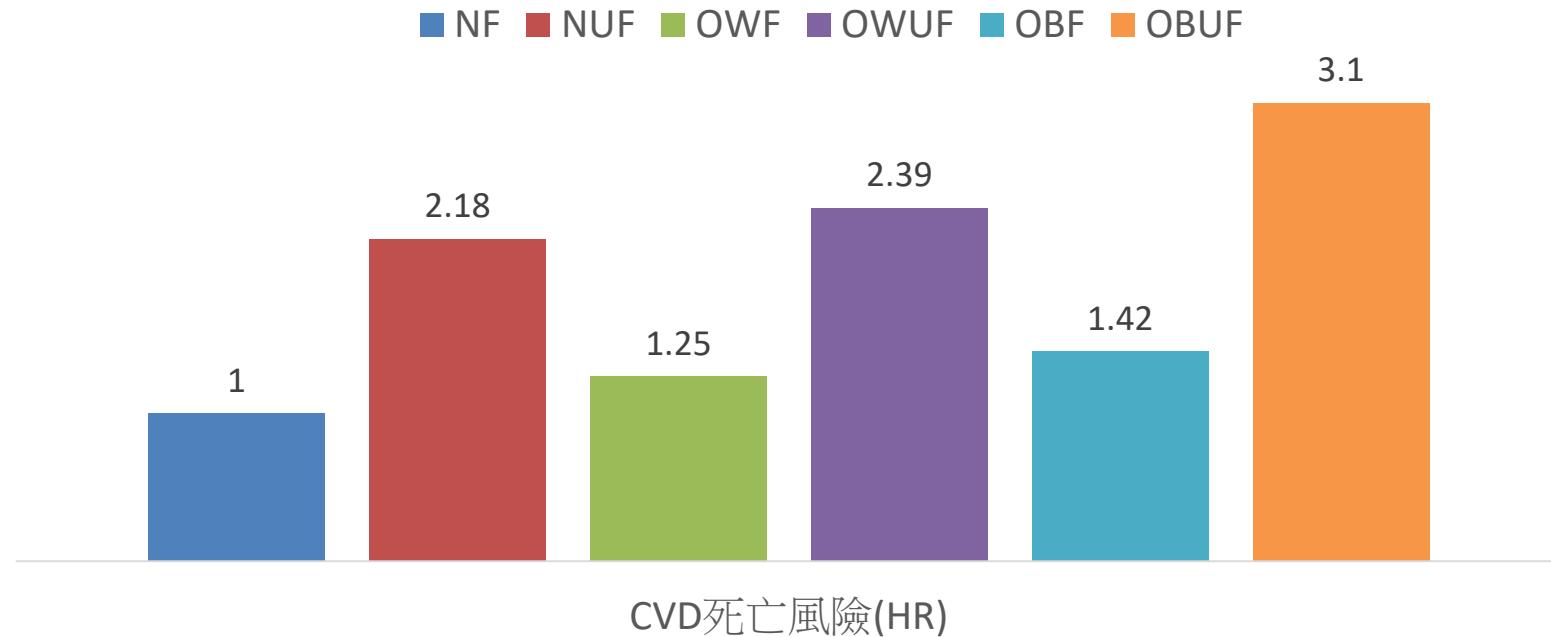
CRF、體位與總死亡風險(HR)



NF：正常體重CRF佳、NUF：正常體重CRF差、OWF：體重過重CRF佳、OWUF：體重過重CRF差、OBF：肥胖CRF佳、obuf：肥胖CRF差

整合分析8篇包括137,406位研究對象有關體位、CRF與心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)死亡風險的研究，研究對象依據體重與CRF程度，分成：1.正常體重CRF差、2.正常體重CRF佳、3.體重過重CRF差、4.體重過重CRF佳、5.肥胖CRF差、6.肥胖CRF佳等6組，研究結果如下圖 (Barry et al., 2018)：

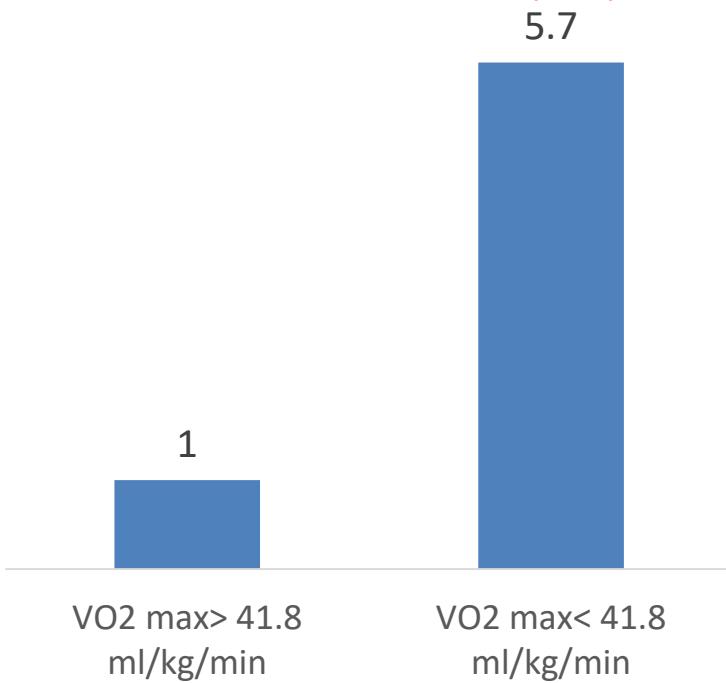
CRF程度、體位與CVD死亡風險(HR)



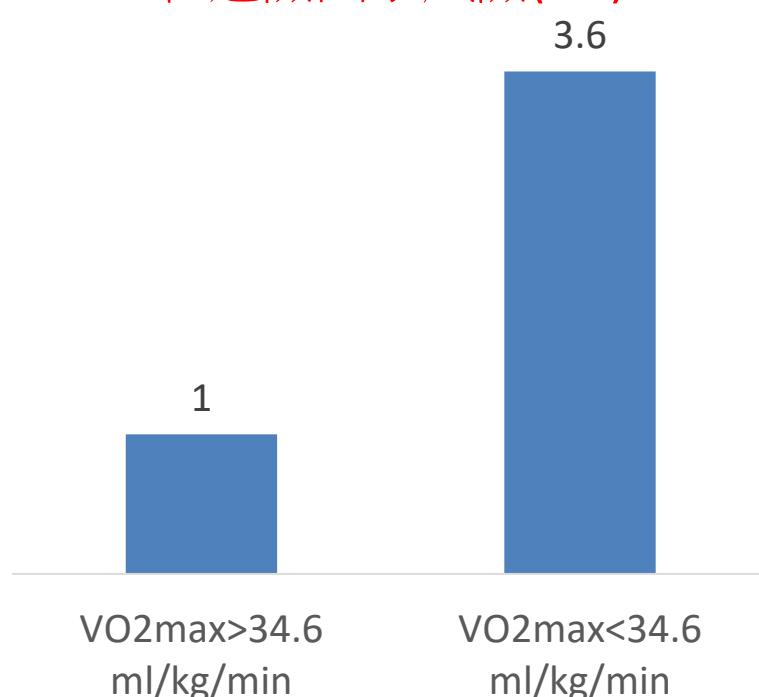
NF：正常體重CRF佳、NUF：正常體重CRF差、OWF：體重過重CRF佳、OWUF：體重過重CRF差、
OBF：肥胖CRF佳、OBUF：肥胖CRF差

系統回顧與整合分析了7份包括9280位(49%女生) 8-19歲來自14個國家的兒童與青少年為研究對象，研究結果發現：男生與女生兒童與青少年中，出現高血脂、高血糖、胰島素阻抗或高血壓等心血管危險因子，分別佔了所有研究對象中的6–39%與6–86% (Ruiz et al., 2016)。

男生CRF程度與具有心血管危險因子風險(OR)



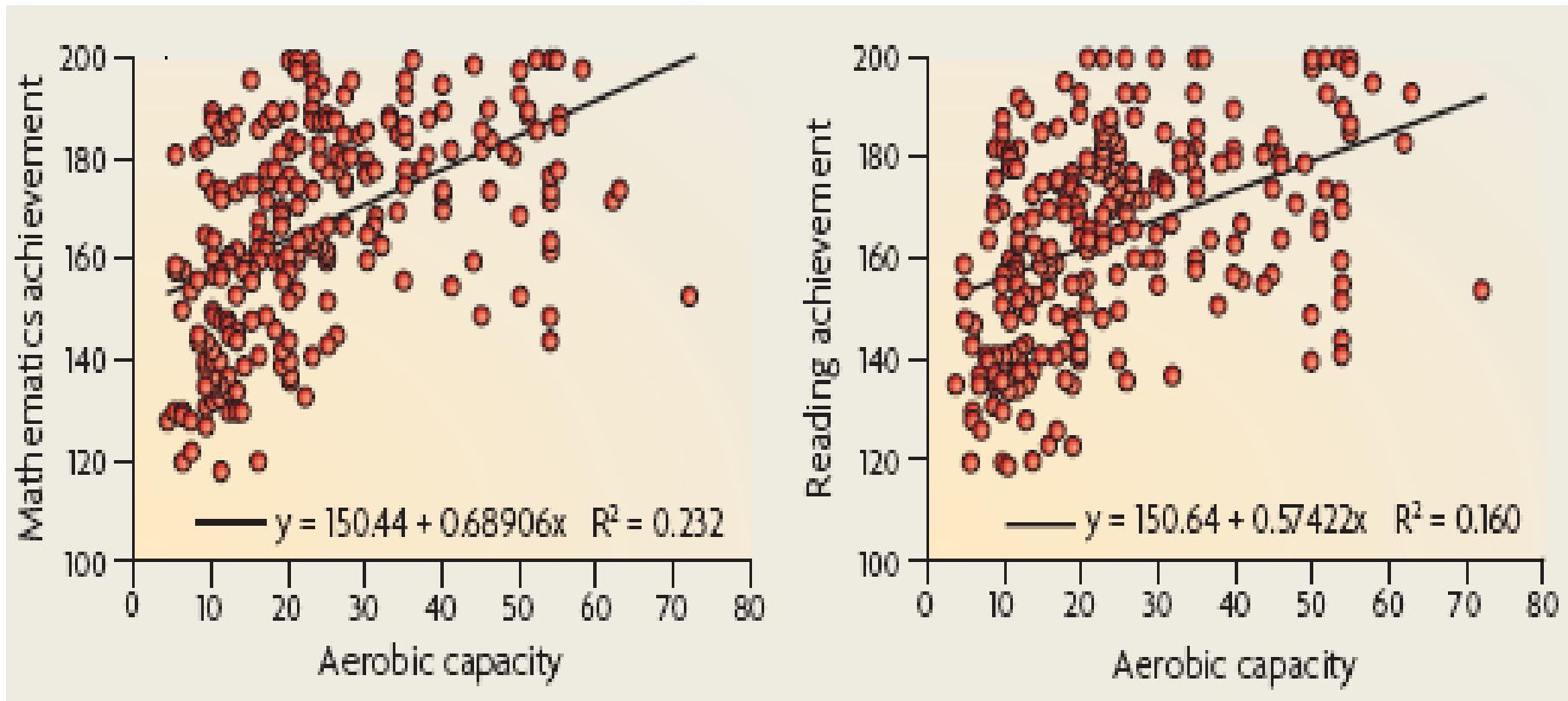
女生CRF程度與具有心血管危險因子風險(OR)



Barry et al., (2014)的研究結論

1. 與正常體重心肺適能佳比較，不管BMI多大，心肺適能差者，均有2倍的總死亡風險。
2. 過重與肥胖心肺適能佳者，總死亡風險與正常體重心肺適能佳者類似。
3. 肥胖者較高死亡風險似乎不會影響心肺適能佳者。
4. 未來研究人員、臨床醫護人員、公共衛生官員，推動健康促進，降低總死亡風險，應聚焦於**增加身體活動與提升心肺適能的介入**，而非只是降低體重的措施。

學生數學與閱讀成績表現與心肺適能成正比 (Hillman et al., 2008)



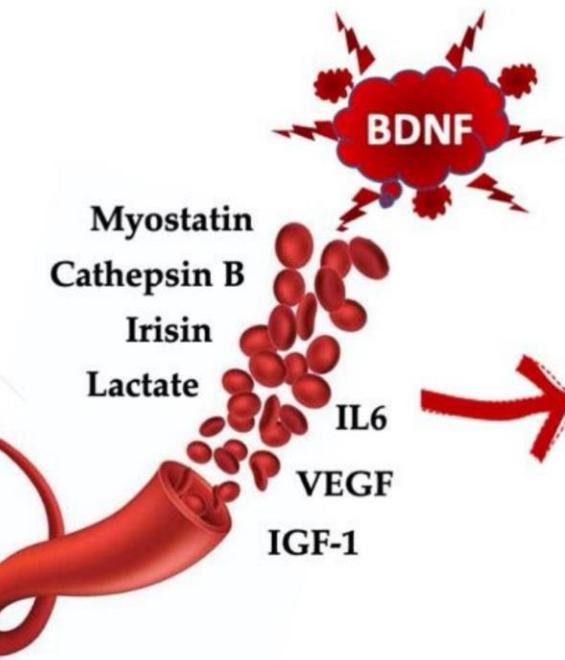
Charles H. Hillman, Kirk I. Erickson and Arthur F. Kramer (2008) Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. Nature Review, 9, 59-65.

運動增加對腦部血流量、腦容量、突觸可塑性與認知功能有益的激素或因子如：IL-6、BDNF、VEGF、IGF-1、irisin、cathepsin B、lactate等(Brattico et al., 2021)

PHYSICAL EXERCISE



SKELETON MUSCLE CONTRACTION



- ↑ Cerebral blood flow
- ↑ Brain (hippocampal volume)
- ↑ Cognitive function
- ↑ Synaptic plasticity
- ↑ Neurogenesis

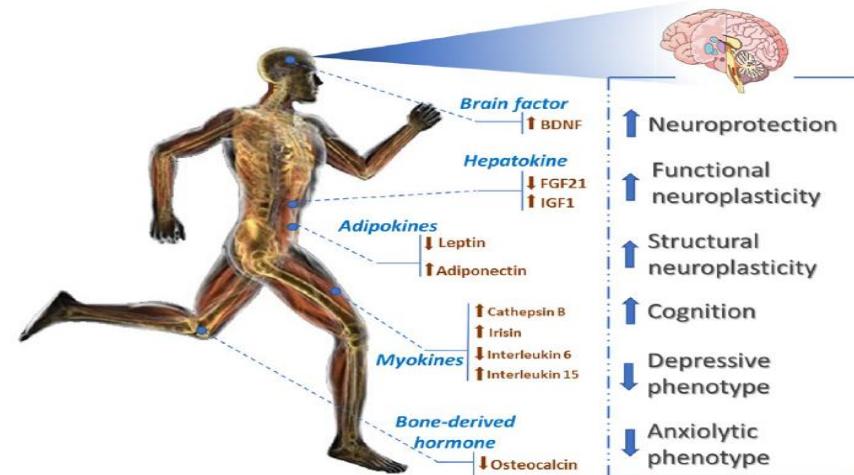
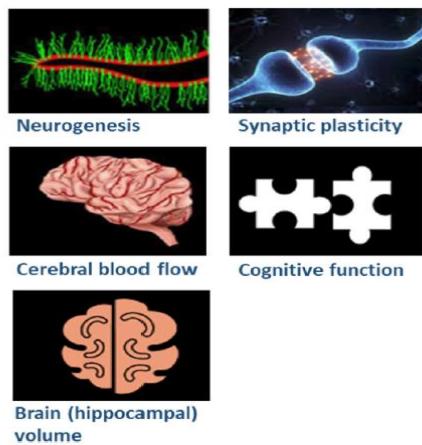


運動中或運動後骨骼肌至少會製造9種以上具有**保護腦神經**的物質。另外包括**肝臟、骨頭與脂肪細胞**等也會分泌多種運動激素(exerckines)，具有**保護腦神經、促進腦神經可塑性、情緒、心理健康與認知功能**的作用(Lee et al., 2019; Tari et al., 2019)

Candidate exercise-induced factors

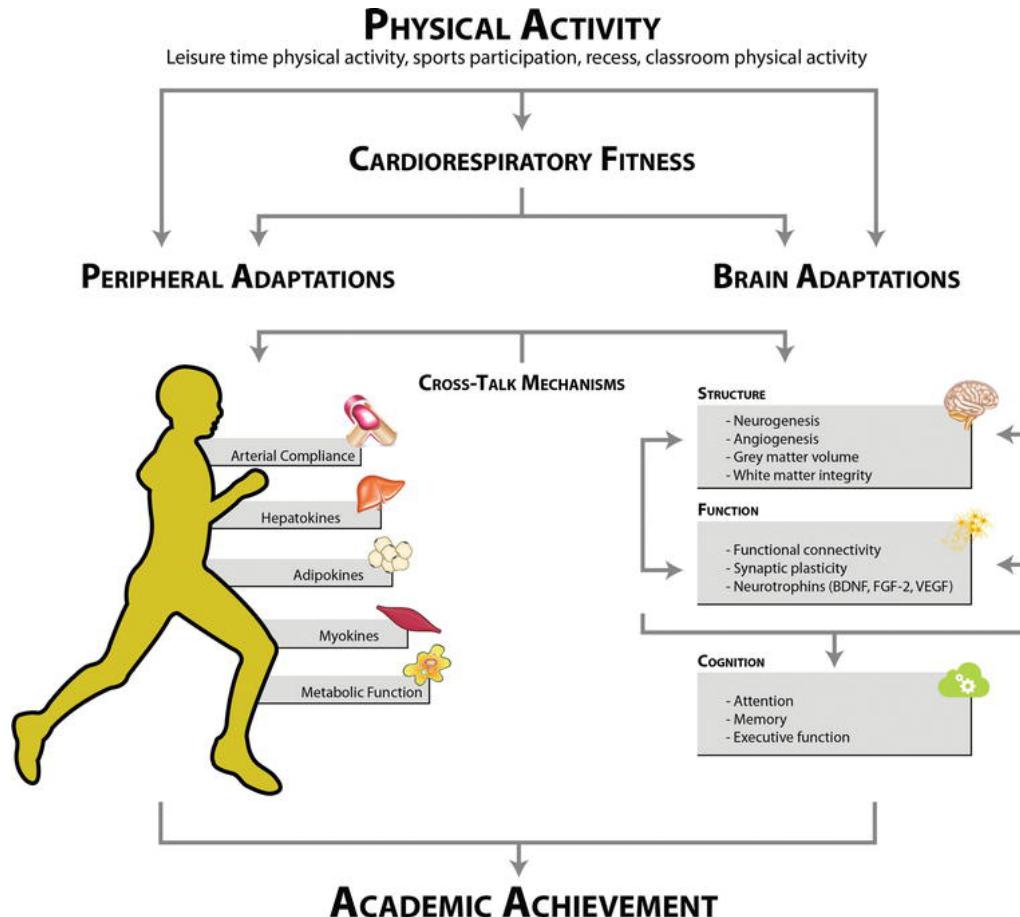


Beneficial effects of exercise on the brain

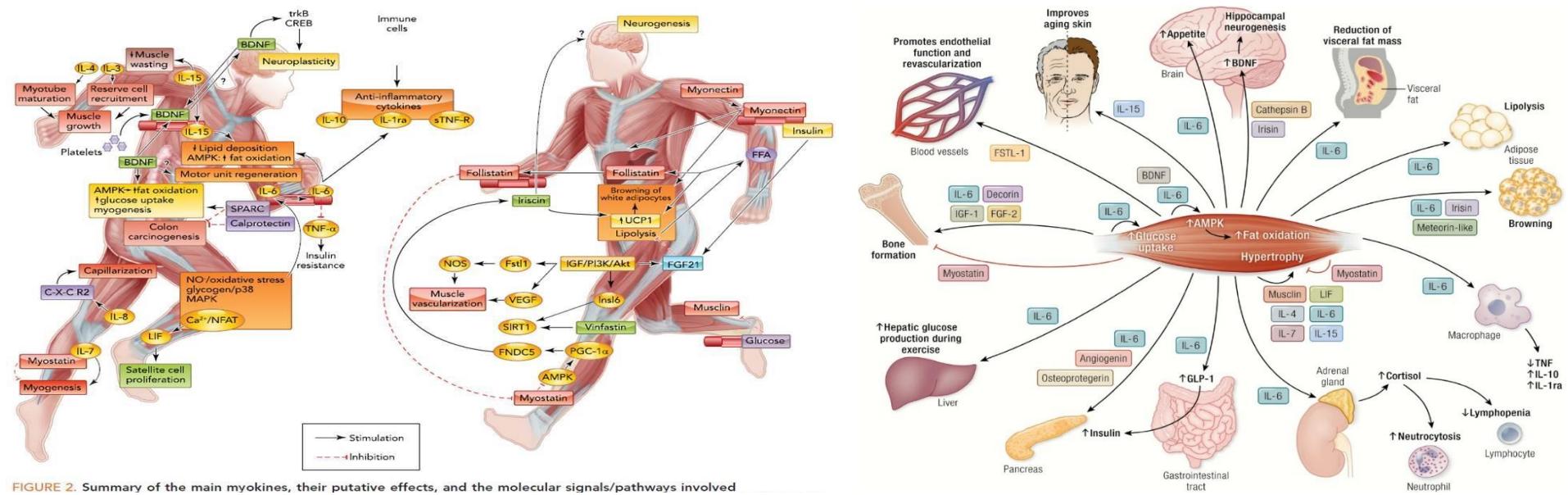


- Lee, T. H.-Y., Formolo, D. A., Kong, T., Lau, S. W.-Y., Ho, C. S.-L., Leung, R. Y. H., ... Yau, S.-Y. (2019). Potential exerkines for physical exercise-elicited pro-cognitive effects: Insight from clinical and animal research. International Review of Neurobiology. 147, 362-381.
doi:10.1016/bs.irn.2019.06.002
- Tari, A. R., Norevik, C. S., Scrimgeour, N. R., Kobro-Flatmoen, A., Storm-Mathisen, J., Bergersen, L. H., ... Wisløff, U. (2019). Are the Neuroprotective Effects of Exercise Training Systemically Mediated? Progress in Cardiovascular Diseases.
doi:10.1016/j.pcad.2019.02.003

增加身體活動提升心肺適能，同時提升血管、代謝功能，並經由肝臟激素、脂肪激素、肌肉激素等運動激素的作用，改變腦部結構、功能與認知，因而提升學業成績表現(Marques et al., 2019)



運動有如一顆**複方藥丸**，骨骼肌製造這顆藥丸，肌肉透過肌肉激素或其他器官分泌的**激素**與腦部、脂肪、骨頭、肝臟、腸胃道、胰臟、血管、皮膚、腎臟、免疫與肌肉本身等各組織器官間對話與維持生理功能恆定與健康 (Fiuza-Luces et al., 2013; Severinsen & Pedersen, 2020)



Severinsen, M. C. K. & Pedersen, B. K. (2020). Muscle-organ crosstalk: the emerging roles of myokines. *Endocrine Reviews*, bnaa016, <https://doi.org/10.1210/endrev/bnaa016>. Published May 11, 2020. Fiуza-Luces, C., Garatachea, N., Berger, N. A., & Lucia, A. (2013). Exercise is the Real Polypill. *Physiology*, 28(5), 330–358. doi:10.1152/physiol.00019.2013

感謝聆聽
敬請指教