

對抗COVID-19的運動方式與運動量



以心肺適能作為輔助BMI健康體位評估指標

黃森芳副教授

Hanson Huang Sen-Fang

Associate Professor, Center for Physical Education
Teaching, Tzu Chi University, Hualien Taiwan

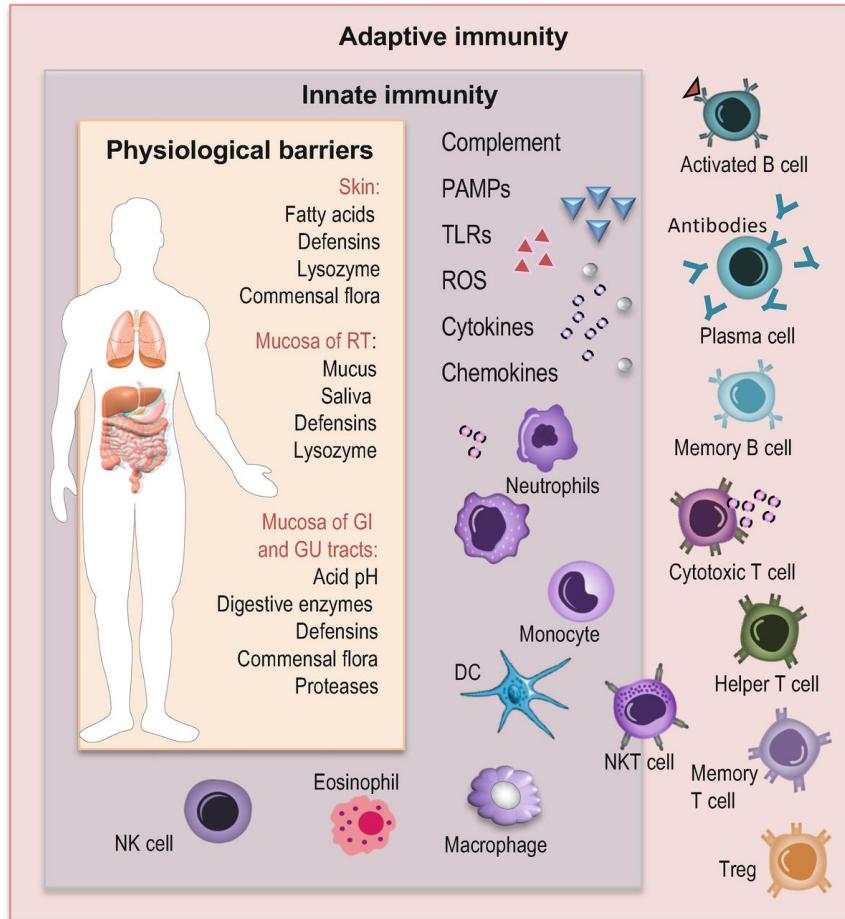
慈濟大學
黃森芳 副教授

1. 國際運動醫學科學委員會
(International Scientific Committee on Exercise Medicine)委員
2. 中華民國臨床運動生理學會
秘書長
3. 台灣健身運動醫學推廣協會
常務監事
4. 亞洲高齡運動健康整合協會
理事
5. 中華民國大專體育總會理事
6. 教育部健康促進學校輔導委員



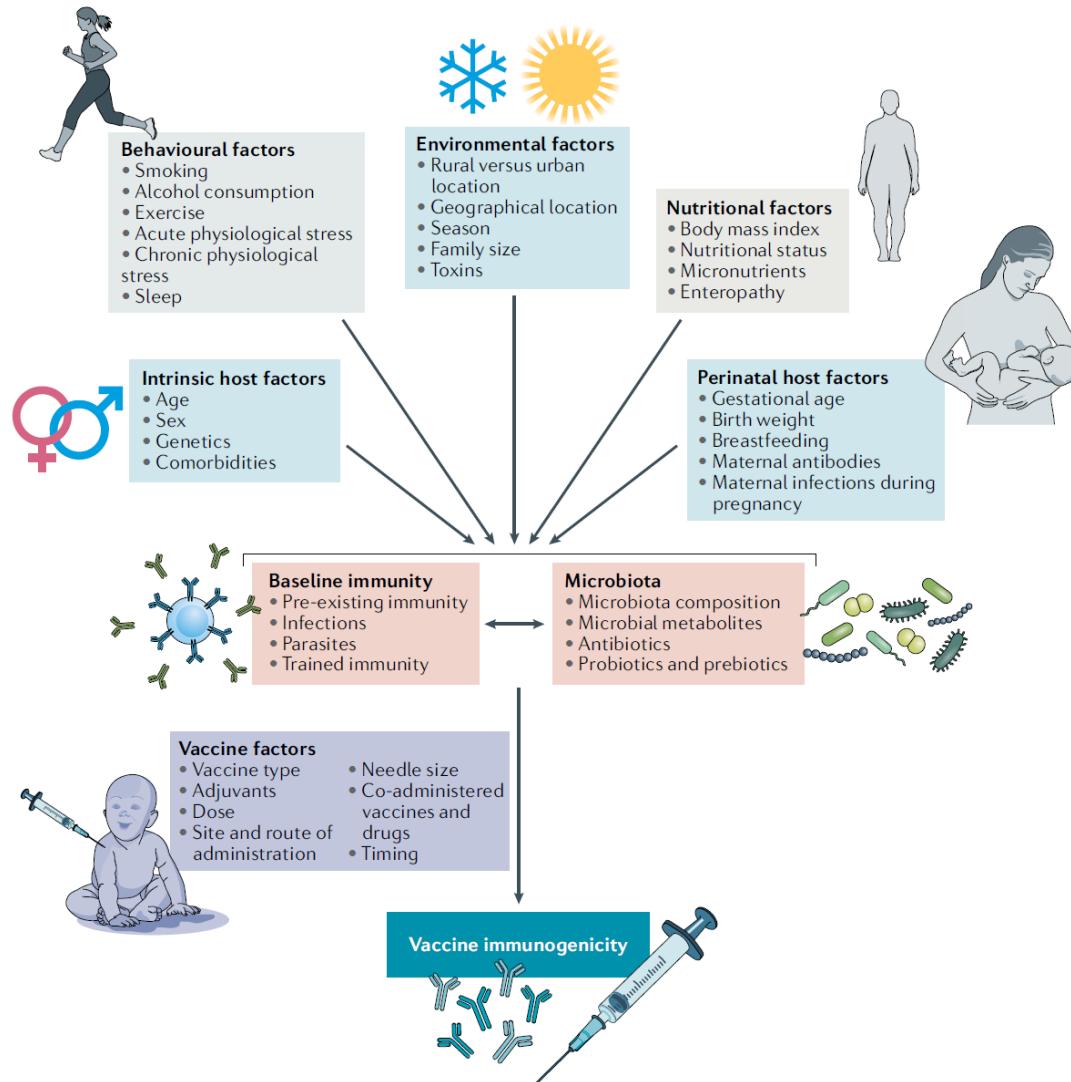
1st, 2nd, 3rd International Scientific Committee
Meeting on Exercise Medicine – Dubai, Budapest
Kuala Lumpur

防禦外來微生物入侵的 人體免疫系統



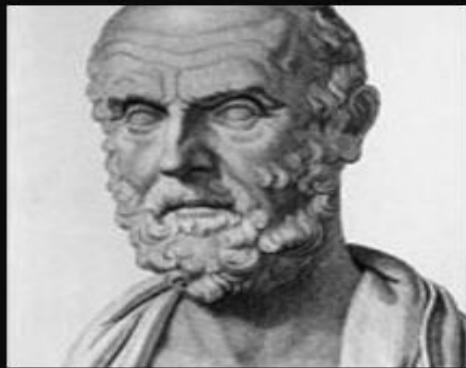
- 生理的屏障：皮膚、黏膜、酸鹼值、消化液、脂質、酵素、唾液等。
- 先天免疫：巨噬細胞、自然殺手細胞、單核細胞、嗜中性球等
- 適應免疫：T細胞、B細胞。

影響人體免疫功能因素眾多



西方醫學之父希波克拉底(Hippocrates, Father of Medicine)：如果我們可以給每個人正確的營養與運動量，不要太多，也不要太少，我們就可以找到維持健康的最安全之道。

Hippocrates

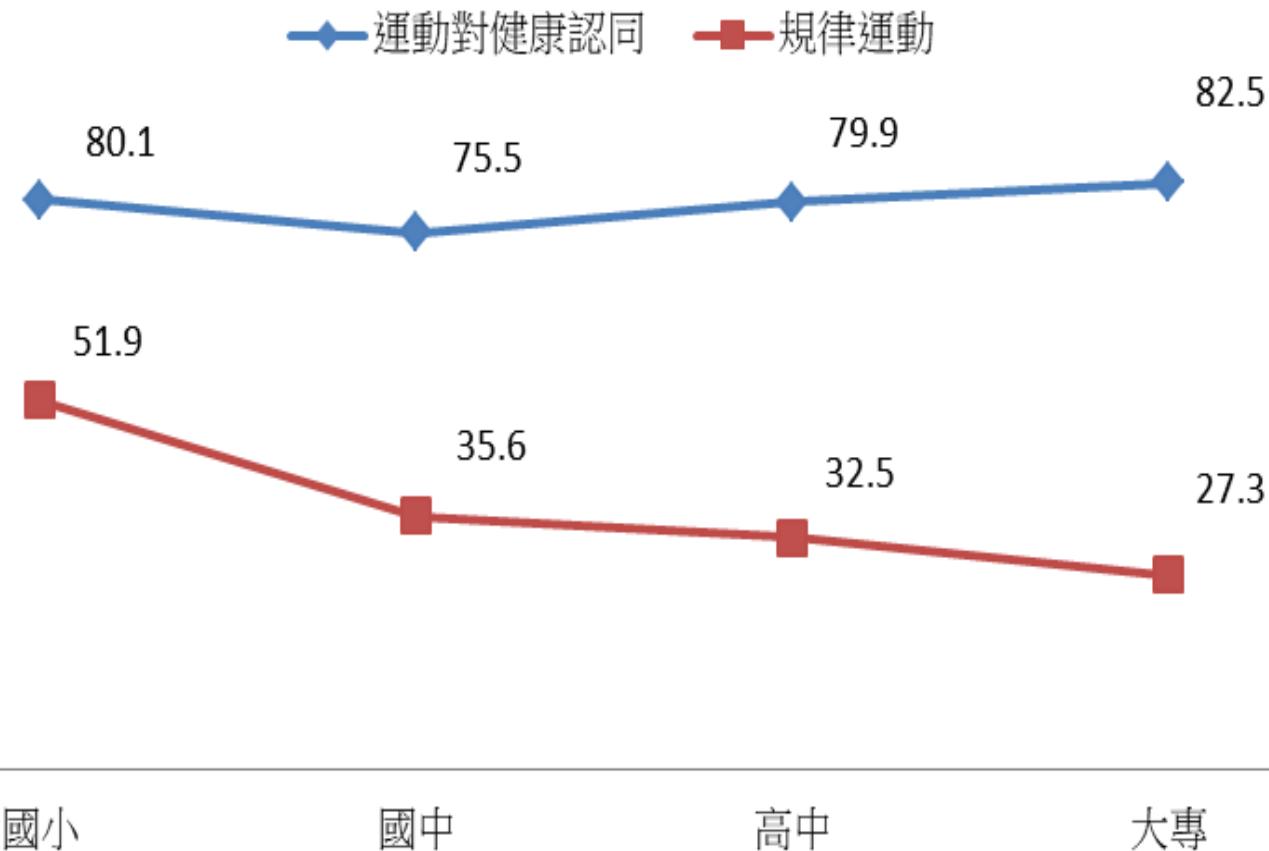


If we could give every individual the right amount of nourishment and exercise, not too little and not too much, we would have found the safest way to health.

AZ QUOTES

Hippocrates. Hippocratic Writings. Encyclopedia Britannica. Chicago, IL: University of Chicago; 1955.

107學年度各級學校學生認同運動對健康重要性與規律運動行為比率(%)



教育部體育署(2020, 1月)。教育部體育署 107 學年度各級學校學生運動參與情形, p10-55。[https://www.sa.gov.tw/ebook>List?id=8&n=171](https://www.sa.gov.tw/ebook/List?id=8&n=171);教育部體育署(2019)。中華民國108年運動統計。P49-51。<https://www.sa.gov.tw/ebook>List?id=12&n=169>

運動對免疫系統影響概況摘要(Da Silveira et al., 2020)

免疫激素	包括抗發炎激素IL-10、TGF-β與促發炎激素IL-1、IL-2、IL-12、IL-18、干擾素-γ(interferon-γ, IFN-γ)、腫瘤壞死因子-α等，運動後都會增加。
嗜中性白血球	運動增加血液中嗜中性白血球，有氧運動後24小時，嗜中性白血球顯著降低趨化能力(chemotaxis)，但並不影響殺菌能力，趨化能力48小時復原， 但在此48小時內降低趨化能力有利於發生微生物感染。
白血球	運動後增加血液中白血球，一直到運動後30-120分鐘達最高峰，也可能一直到運動後24小時還比運動前高。
抗原呈現細胞	有氧運動後使類鐸受體 (toll-like receptor, TLR) 表現減少會加劇，不利於發炎T協助細胞-1免疫反應，降低慢性發炎風險，但細胞內微生物感染風險增加。
NK細胞	運動會增加血液中NK細胞數量， 但運動時間超過3小時以上，NK細胞數量會恢復到運動前，甚至低運動前。NK細胞低於運動前，即有增加細胞內微生物感染風險。
淋巴細胞	中強度運動會增加血液中淋巴細胞數量， 大量激烈運動則會降低淋巴細胞，使其低於運動前，CD4/CD8之比下降、CD8增加、CD4減少、NK增加，淋巴細胞也會在運動後增加凋亡而減少。淋巴細胞增加有利於T協助細胞-1免疫反應，可預防細胞內微生物感染。

Da Silveira, M. P., da Silva Fagundes, K. K., Bizuti, M. R., Starck, É., Rossi, R. C., & de Resende e Silva, D. T. (2020). Physical exercise as a tool to help the immune system against COVID-19: an integrative review of the current literature. Clinical and Experimental Medicine. doi:10.1007/s10238-020-00650-3

表四 Chastin 等人(2021)系統回顧與整合分析研究結果摘要

身體活動方式	研究數與人數	主要結果
較高的規律身體活動	6份研究、557,487位研究對象	降低31% 感染社區傳染性疾病風險
較高的規律身體活動	4份研究、422,813位研究對象	降低傳染性疾病死亡風險與37%
身體活動介入	24份研究、1112研究對象	增加T細胞(CD4) 細胞數量(32 cells/ μ L)
身體活動介入	7份研究、435位研究對象	增加唾液IgA濃度 (標準均差異0.756)
身體活動介入	6份研究、704位研究對象	降低嗜中性白血球數量(704 cells/ μ L)
身體活動介入	6份研究、497位研究對象	打疫苗後抗體濃度較高 (標準平均差異0.142)

Chastin, S.F.M., Abaraogu, U., Bourgois, J.G., Dall, P. M., Darnborough, J., Duncan, E....Hamer, M.. (2021). Effects of Regular Physical Activity on the Immune System, Vaccination and Risk of Community-Acquired Infectious Disease in the General Population: Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med (2021). <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01466-1>

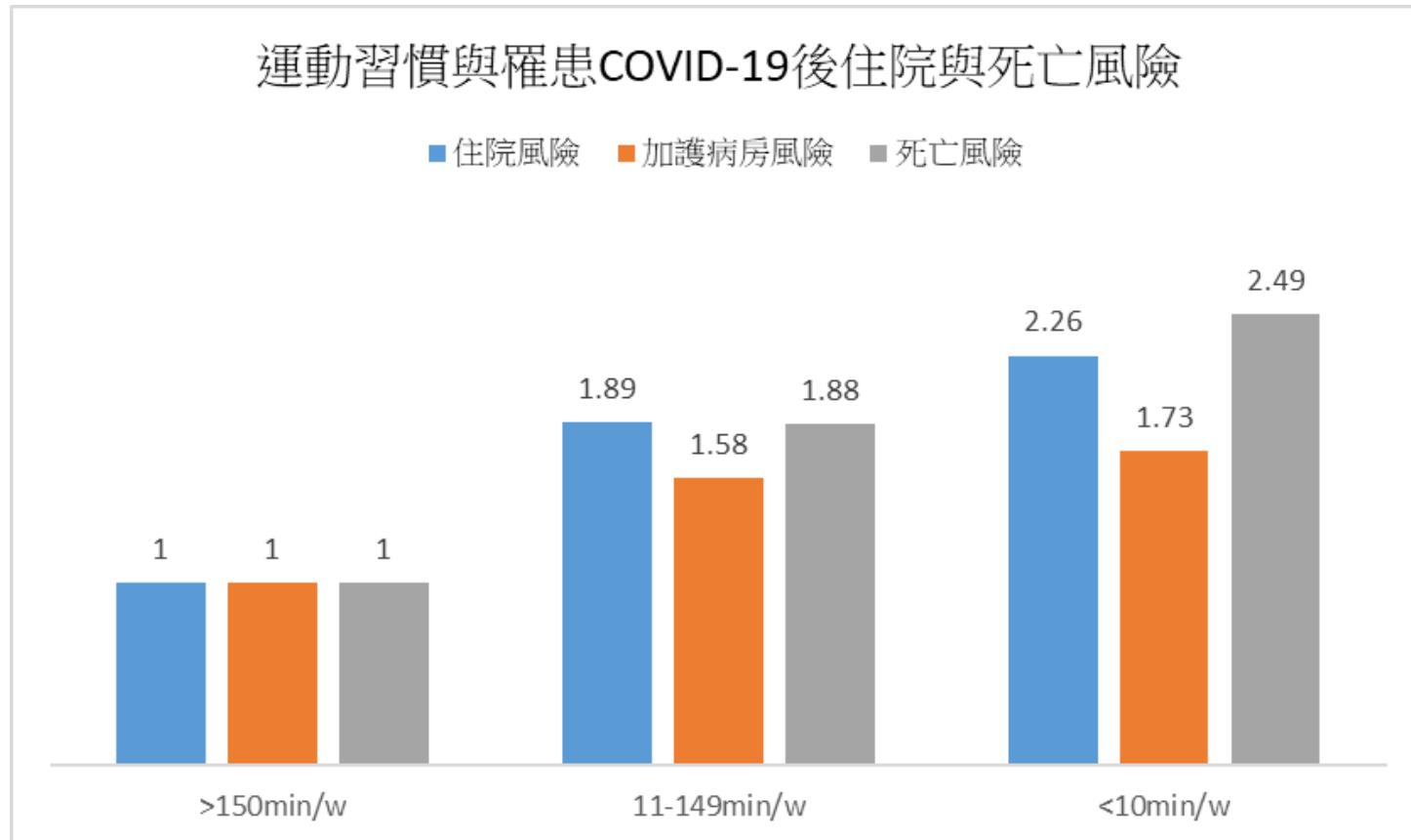
身體活動對抗COVID-19成效摘要-1

作者	研究對象	研究主要發現
Huang et al., (2020)	中國大陸湖北、河南與山東多個醫學中心自2020年2月10-3月28日收治的有症狀(n141, 44.24 ± 14.48 歲)與無症狀(n23, 42.70 ± 15.25 歲)，共165位COVID-19的確診病患。	與規律運動者比較，有運動但未規律運動者，感染COVID-19風險增加2.93倍，坐式生活型態患者則增加 19.17倍。另外，與中低身體活動量患者比較，高身體活動量患者，反而有較高罹病風險。
Hamer, Kivimäki, Gale, & David Batty (2020)	以英國生物資料庫內平均年齡56.4歲的387,109 (55.1%女)位英格蘭住民為群體的研究，其中有760位於2020年3月16日-4月26日間，確診感染COVID-19而住院的病患。	去除年齡、性別等干擾因子後發現，缺乏身體活動、抽菸、肥胖等，感染COVID-19的風險，分別增加32%、42%與105%。
Halabchi et al., (2020)	伊朗霍梅尼醫院(Imam Khomeini hospital) 2020年2月20日-4月20日感染COVID-19的4694位住院與未住院的患者。	249位(137男性、112女性、平均36.45歲)為規律運動選手，30位(12%)運動選手住院，無死亡病患，非運動選手則有957(21.5%)位住院或死亡(878住院、死亡79)。去除年齡與性別干擾因子後，住院風險非運動選手比運動選手高出149%。

身體活動對抗COVID-19成效摘要-2

作者	研究對象	研究主要發現
Tavakol et al., (2021)	伊朗的研究，研究人員分析平均年齡40.9歲的206位2020年3月20至2020年4月24日於德黑蘭大學醫院(Tehran University Hospital)呼吸急診室收治的COVID-19病患	低身體活動量病患(343.6 vs 779.3 MET-min/week)，會有較嚴重疾病症狀。低身體活動量患者比中高活動量者，會有較高的較長的疾病症狀，而中高身體活動量(666.4 vs 813.7 METs.min/week)患者間，則沒有顯著差異。
Salgado-Aranda et al., (2021)	西班牙在2020年2月15-4月15日間確診病住院，年齡平均52.7-56歲552位的病患。	缺乏身體活動患者，整體死亡比率比有規律身體活動患者高出甚多(13.8% vs 1.8%)，死亡風險增加高達519%，且獨立於其他年齡、抽菸與腎臟病等危險因子。
Sallis et al., (2021)	美國加州在2020年1月1日-10月21日檢測呈陽性或確診，平均年齡47.5歲的48440位Covid-19確診病患。	與平常每週運動11–149分鐘患者比較，每週身體活動0–10分鐘的患者，確診Covid-19後住院風險增加20%，進入加護病房風險增加10%，死亡風險則增加32%。而進一步與平常有規律運動每週150分鐘以上患者比較，每週身體活動0–10分鐘的患者，住院風險則更增加到126%、進入加護病房風險增加73%、死亡風險則更高到149%。

以美國48,440位在2020年1月1日-10月21日確診COVID-19的成年病患為研究對象，研究對象都曾在2018年3月19日-2020年3月18日，完成至少3項運動生命訊號測量(vital sign measurements)，去除人口學與其他干擾因子的影響，運動習慣與罹患COVID-19後住院、進入ICU與死亡風險如下圖 (Sallis et al., 2021)。

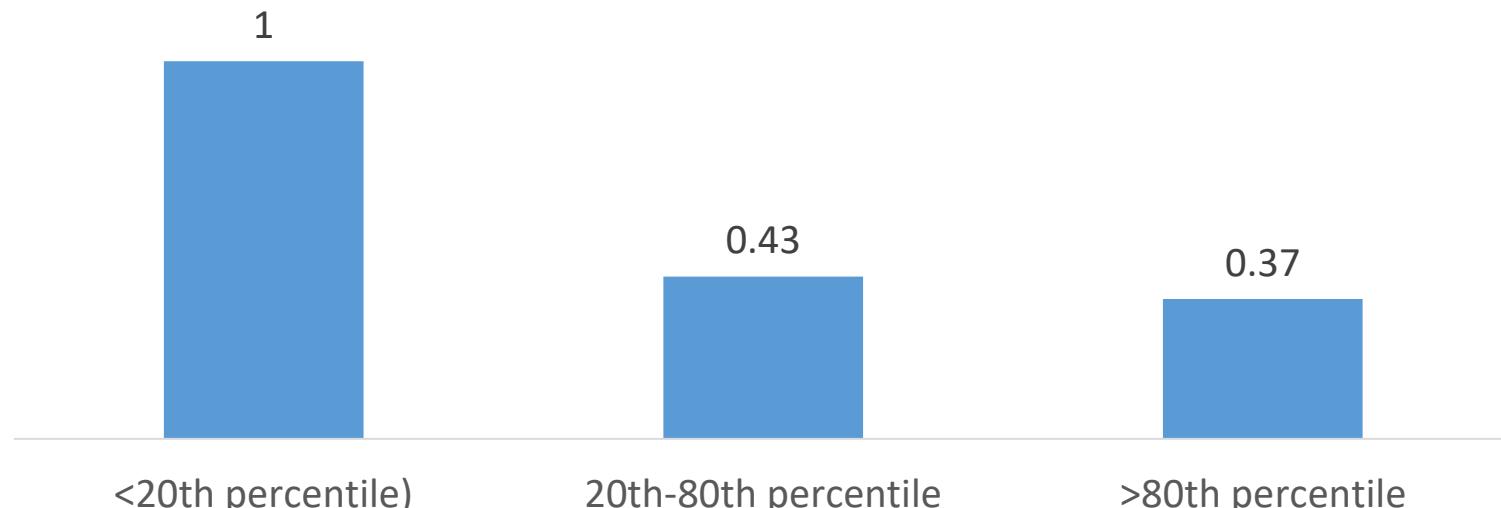


Sallis, R., Young, D. R., Tartof, S. Y., Sallis, J. F., Sall, J., Li, Q., Smith, G. N., Cohen, D. A. (2021). Physical inactivity is associated with a higher risk for severe COVID-19 outcomes: a study in 48 440 adult patients. Br J Sports Med Epub ahead of print: [please include Day Month Year]. doi:10.1136/bjsports-2021-104080

以英國的生物資料固的2,690位成年人為研究對象，自March 16th, 2020追蹤至July 26th, 2020，其中346位確診COVID-19。研究對象心肺適能依據性別年齡區分為低(<20th percentile)中(20th to 80th percentile)與高(>80th percentile)三等級，研究結果發現：心肺適能降低感染COVID-19死亡風險，且呈劑量反應關係(dose-response) (Christensen et al., 2021)。

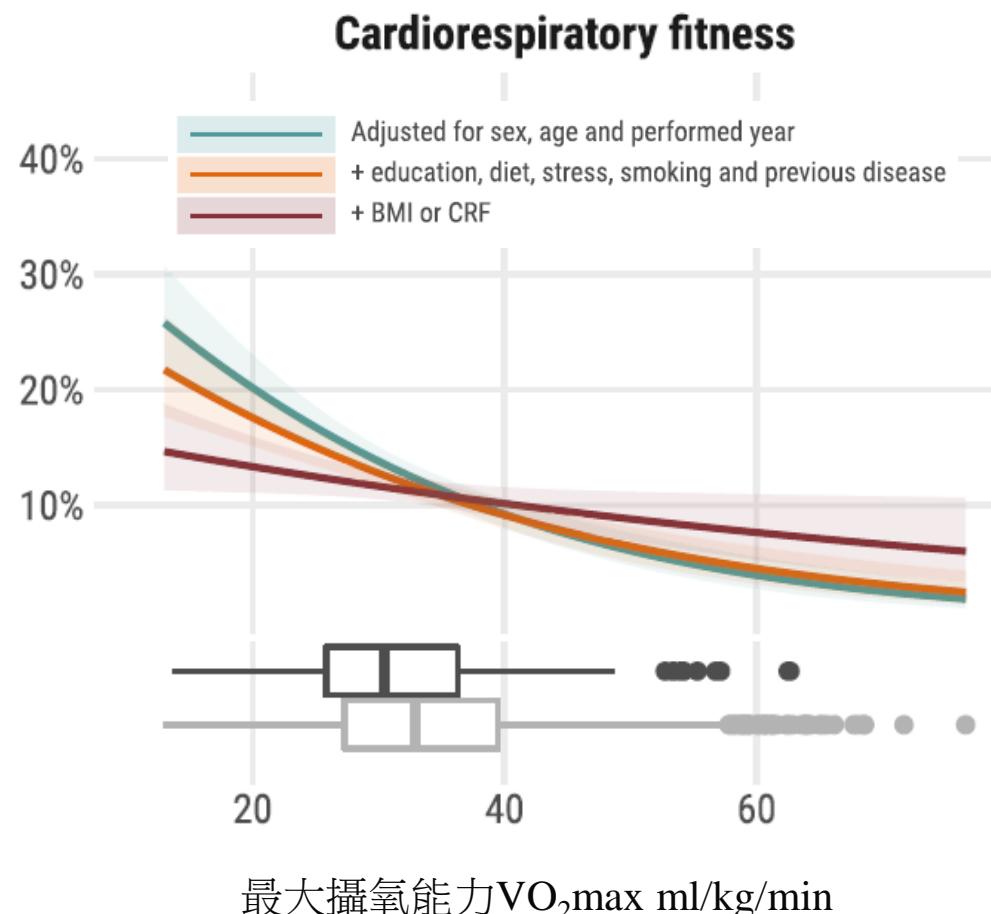
心肺適能與死於COVID-19風險

■ Adjusted Risk Ratios Dying from COVID-19



以407,131位在1992- 2020年間進行瑞典全國職業健康篩檢的研究對象，進行病例對照研究。其中有857位 (70% men, mean age 49.9 years) 感染COVID-19與3426位對照組，比較心肺適能($\text{VO}_{2\text{max}}$)與感染COVID-19 症狀嚴重程度(包括住院、加護病房與死亡)之影響(Ekblom-Bak et al., 2021)。

研究結果：每增加「1」毫升 $\text{VO}_{2\text{max}}$ ，就降低0.02% 感染COVID19嚴重風險($\text{OR} = 0.98$, 95% CI 0.970 to 0.998)，最低 $\text{VO}_{2\text{max}}$ 比最高 $\text{VO}_{2\text{max}}$ (< 32 vs. $\geq 46 \text{ ml/kg/min}$)，感染COVID19的嚴重程度，增加兩倍。

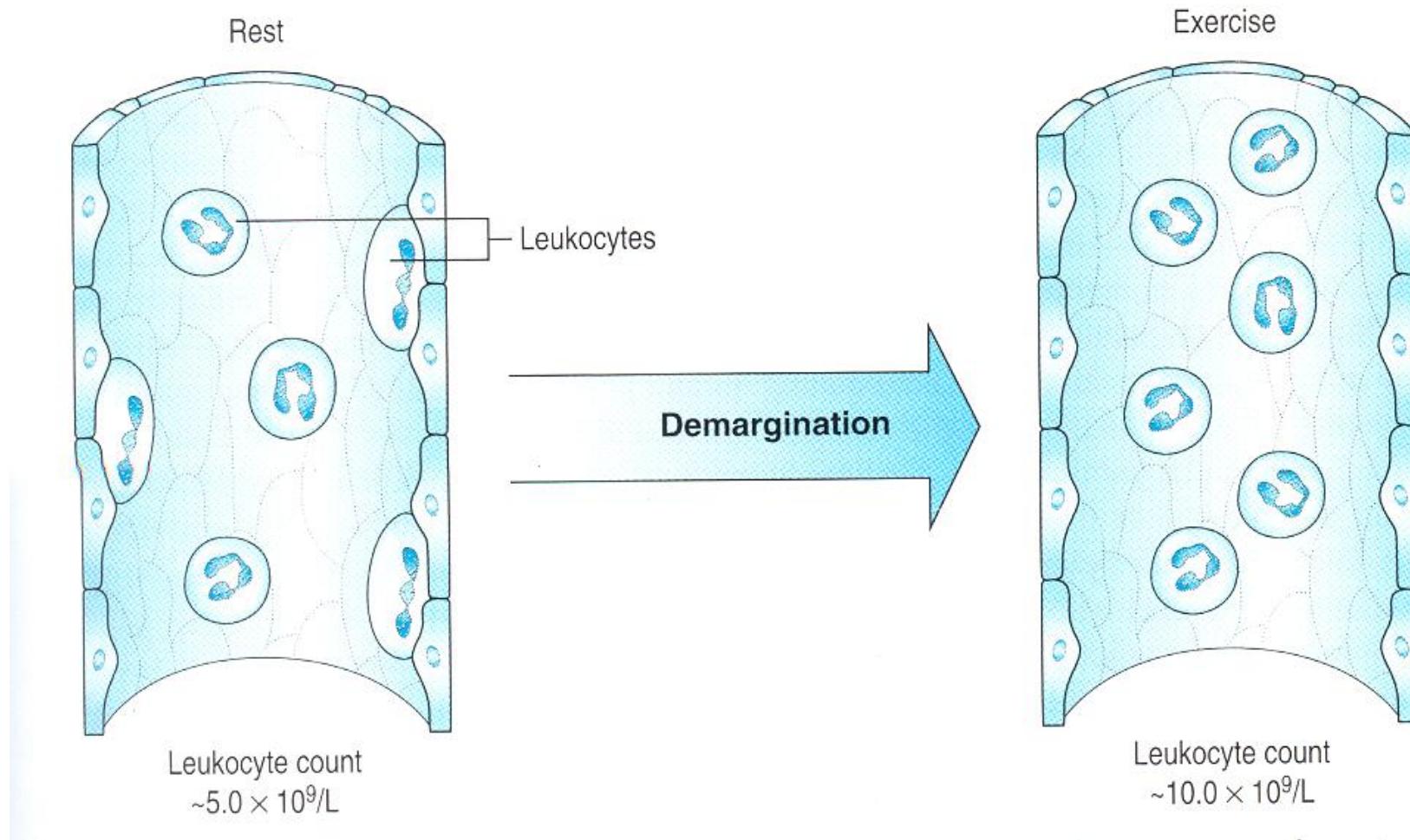


血液中約有1% 白血球在流動



有些白血球附著在血管壁上

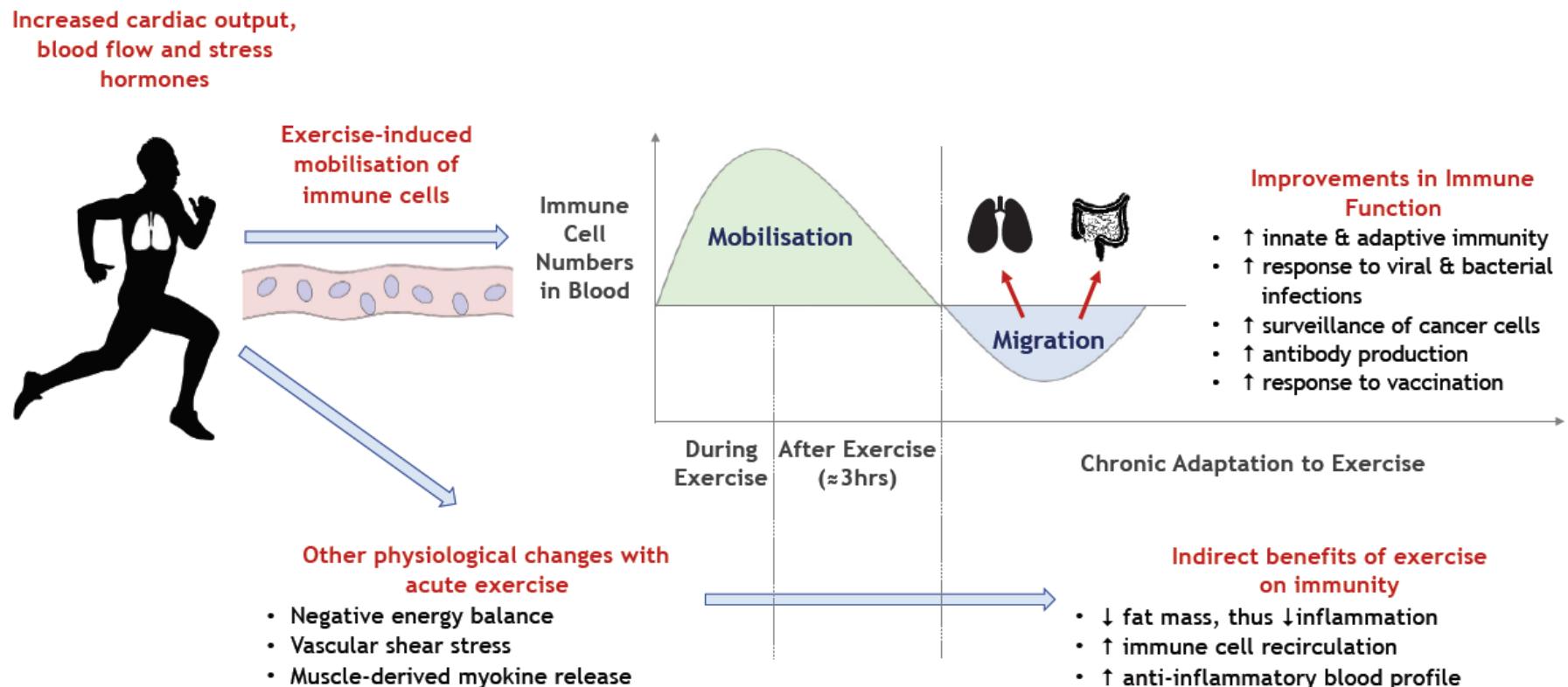
運動時白血球會從血管壁上脫落下來，進入血液循環中



運動加速白血球進入組織受傷處清
除受傷組織與不正常細胞



運動增加心臟輸出血液量與各器官會分泌荷爾蒙，同時動員免疫細胞，運動後2-3小時，免疫細胞進入組織內，直接提升對細菌與病毒的反應能力、監測癌細胞、抗體製造、疫苗反應等，整體先天免疫與適應免疫功能提升。而運動間接降低體脂肪、發炎激素，增加抗發炎物質與免疫細胞再循環等 (Wadley et al., 2020)。

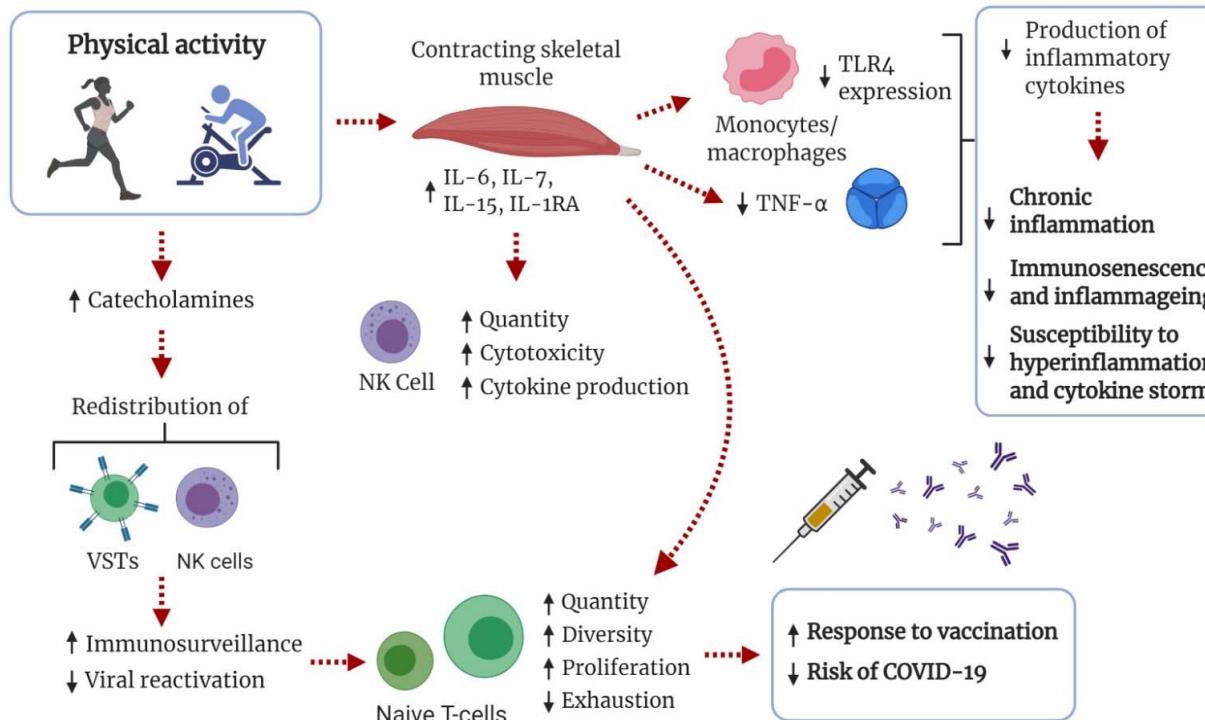


Wadley, A., Lucas, S. & Johnson B..(2020). Physical Activity, Exercise and Immune Function. Physical Activity Factsheets.

Continuing Personal or Professional Development. <https://gpcpd.heiw.wales/clinical/motivate-2-move/physical-activity-exercise-and-immune-function/> Accessed 20201019

運動降低新冠病毒傷害之可能機制：運動增加腎上腺素與正腎上腺素等兒茶酚胺(catecholamines)，動員免疫細胞進入血液循環，T細胞與自然殺手細胞重新分配進入組織內，提升整體免疫監測作用，降低病毒再活化，延緩T細胞老化，同時增加新生T細胞數量、種類、增殖能力與對疫苗的反應等。運動同時增加抗發炎肌肉激素分泌，抑制腫瘤壞死因子- α ，下調單核細胞與巨噬細胞類鐸受器(Toll-like receptors)表現，降低發炎激素的分泌 (Jalonsson et al., 2021)

-



2020年世界衛生組織5歲以下身體活動指引與建議

<1歲	1-2歲	3-4歲	備註
一歲以下每天多樣化方式身體活動數次，特別是地板上的活動，愈多愈好。包括孩不會自主移動嬰兒，當清醒的時候，1天當中至少累積30分鐘的俯臥姿勢。	每天 至少 進行180分鐘多樣化任何強度的身體活動，包括中高強度(moderate & vigorous)身體活動，身體活動時間愈多愈好。	每天 至少 進行180分鐘多樣化任何強度的身體活動，其中 至少 包括60分鐘中到高強度身體活動，身體活動時間愈多愈好。	1-4歲嬰兒限制在嬰兒車、嬰兒椅或照顧者的背上時間，一次不要超過1小時；坐著沒有進行身體活動時，鼓勵進行閱讀與說故事活動。1歲與1歲以下嬰兒不建議看3C產品螢幕。2-4歲每次坐著看3C產品螢幕時間不超過1小時，愈少愈好。包括小睡，0-3個月大應有14-17小時、4-11個月大應有12-16小時、1-2歲應有11-14小時、3-4歲應有10-13小時，好品質的睡眠時間。

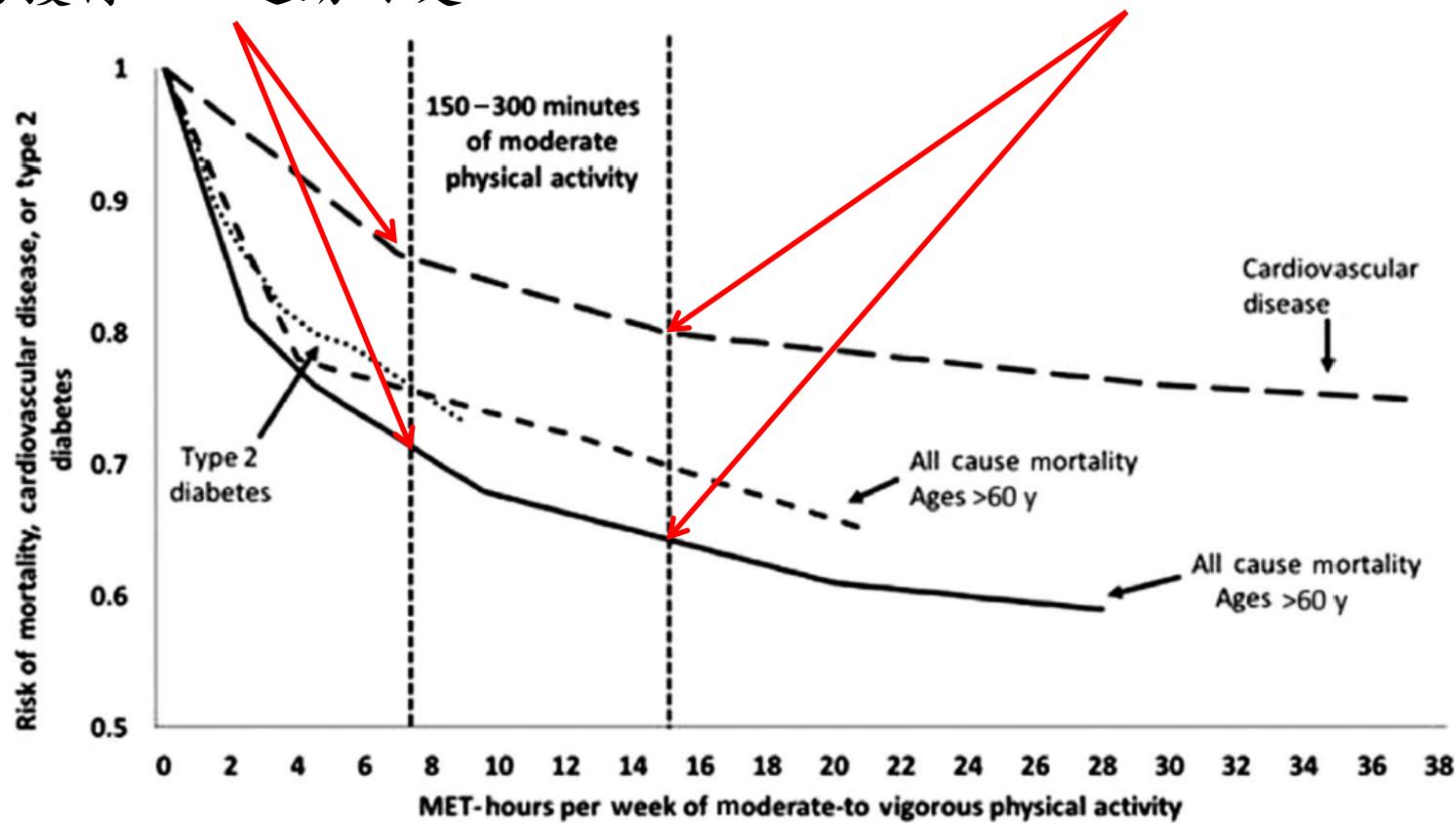
2020年世界衛生組織5-65歲身體活動指引與建議

5-17歲	18-64歲成年人	65歲以上	備註
每週當中每天 至少 平均進行 60分鐘中至高 強度大部分的 有氧性身體活 動。每周 至少 3 天高強度身體 活動結合有氧 與強化肌肉骨 頭的身體活動。	至少 每週進行150–300 分鐘中強度或75–150 分鐘高強度身體活動， 或中高強度合併相等 身體活動量。應同時 從事中高強度強化主 要肌肉群肌力之活動， 每周 至少 2天以上。一 周當中可以增加中等 強度有氧性身體活動 300分鐘以上，或高強 度有氧身體活動150分 鐘以上，或結合中高 強度等150-300分鐘以 上，將會有額外健 康益處。	身體活動量與 18-64歲成年人 一樣，同時65 歲以上長者每 週身體活動的 部分，應 至少 有3天以上，進 行各種不同多 樣化強化日常 生活功能的中 高強度平衡與 肌力訓練，提 升日常生活功 能與預防跌倒。	各年齡層的個人， 均應限制坐式生活 時間，尤其是休閒 時看螢幕的時間。 任何強度的身體活 動取代坐式行為， 包括低強度的身體 活動，都有益健康。 要降低長時間坐式 生活行為造成的健 康傷害，所有成年 人與長者，應進行 比建議量還多的中 高強度身體活動。

整合過去流行病學身體活動降低與總死亡、心血管疾病 、第2型糖尿病風險的劑量效應研究(Powell et al., 2019)

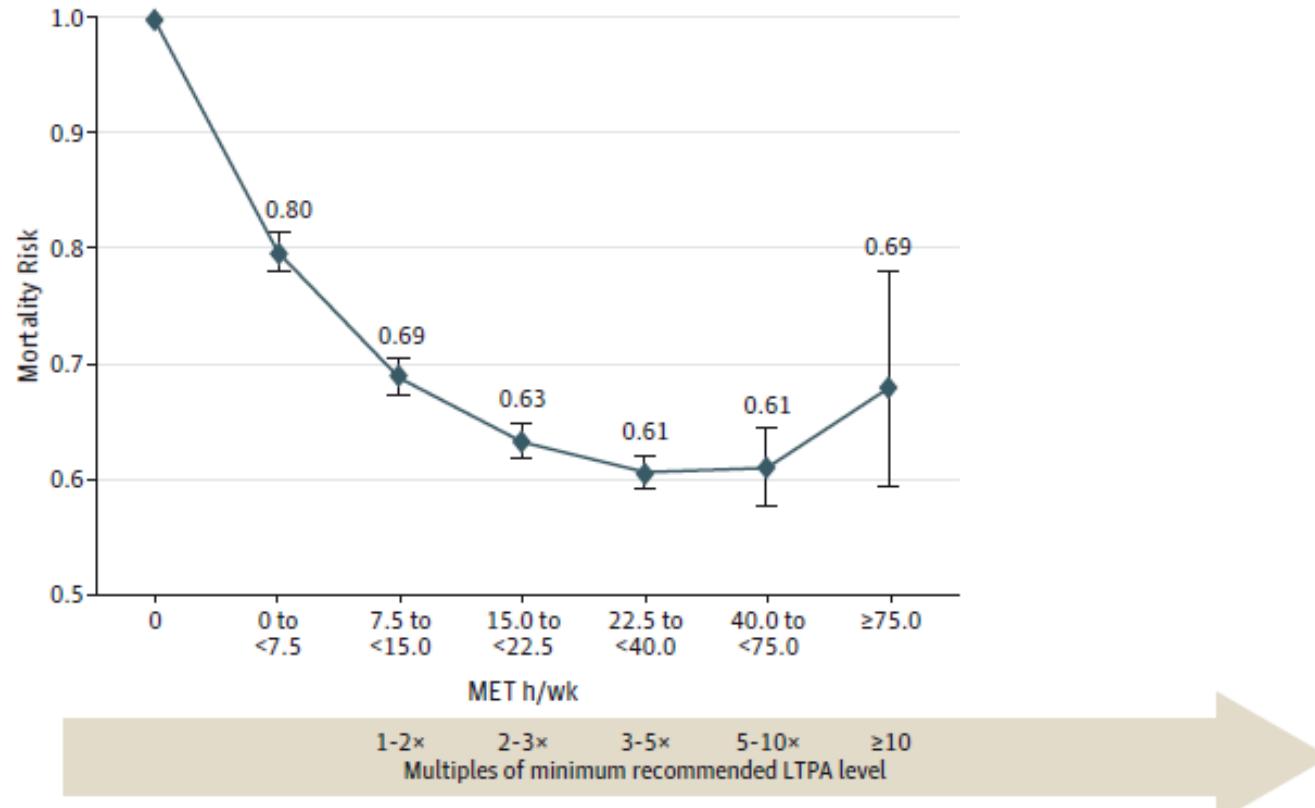
每週中高強度150分鐘(8.5 MET-h/wk) 約獲得70%運動好處。

每週中高強度運動300分鐘(15 MET-h/wk) 約獲得88%運動好處。



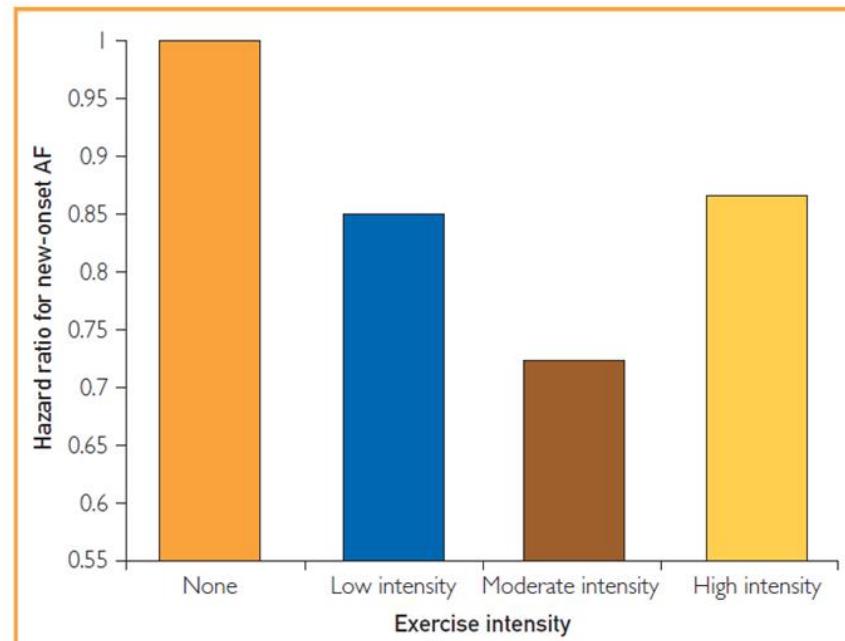
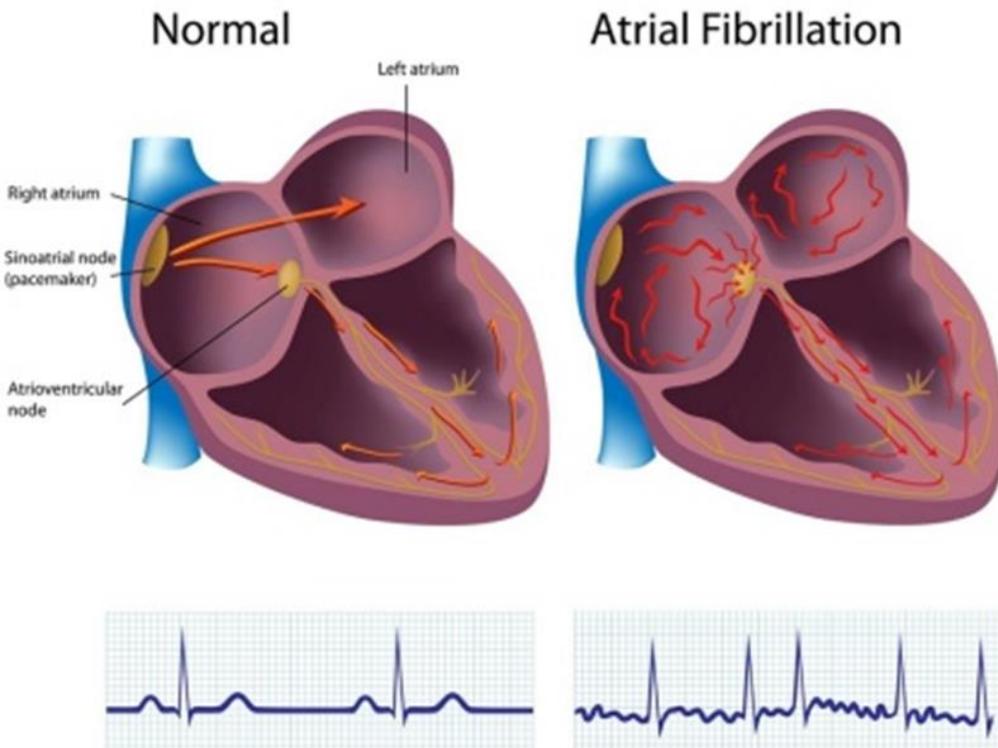
Powell, K. E., King, A. C., Buchner, D. M., Campbell, W. W., DiPietro, L., Erickson, K. I., ... Whitt-Glover, M. C. (2019). The Scientific Foundation for the Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd Edition. *Journal of Physical Activity and Health*, 16(1), 1–11. doi:10.1123/jpah.2018-0618

包括6份前瞻性世代追蹤研究(661,137 men and women, median age, 62 yrs, 21-98 years, median follow-up 14.2 years, and 116,686 deaths)的整合分析：身體活動量降低死亡風險最佳效益，大約介於最低身體活動量(每週中強度150分鐘)的 3-10倍之間，最佳的是5倍左右 (Arem et al., 2015).



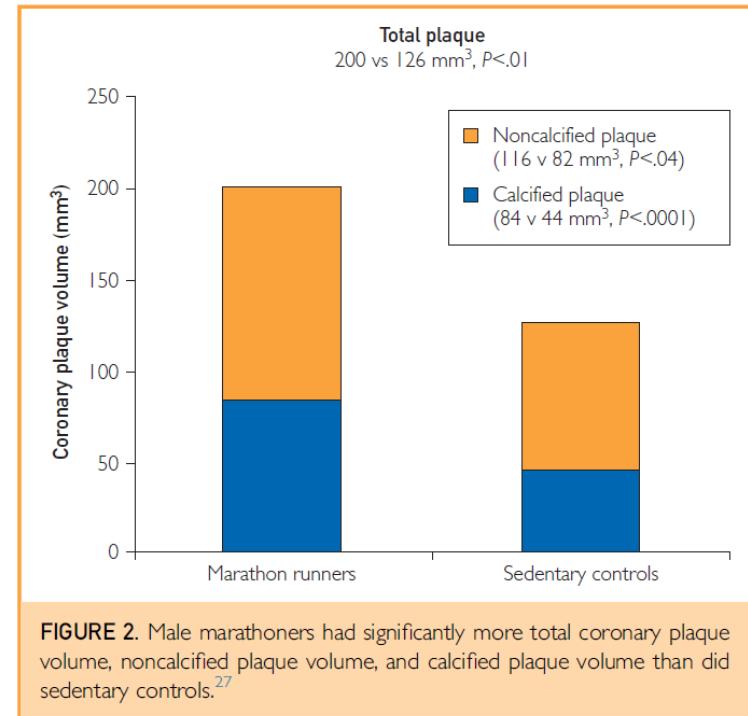
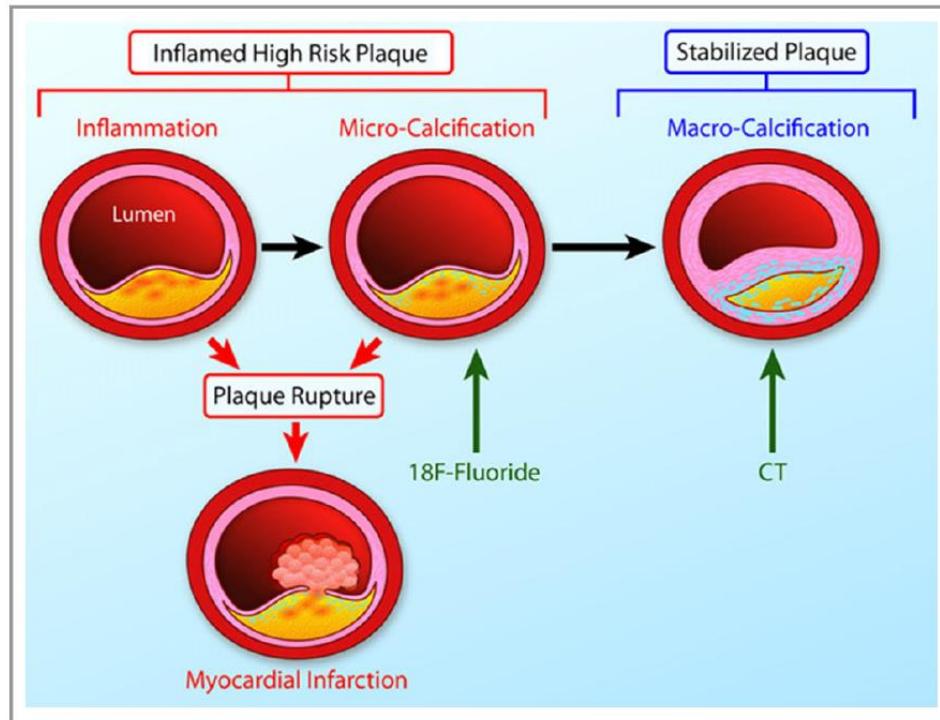
Arem H, Moore SC, Patel A, Hartge P, Berrington de Gonzalez A, Visvanathan K, Campbell PT, Freedman M, Weiderpass E4, Adami HO, Linet MS, Lee IM, Matthews CE. (2015). Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship. JAMA Intern Med. 2015 Jun;175(6):959-67. doi: 10.1001/jamainternmed.2015.0533.

整合分析13份研究(7 cohort and 6 case-control)，共70478研究對象包括63662位控制組與6816位運動選手。罹患心房顫抖(atrial fibrillation, AF)的風險，運動選手是非運動選手的2.46倍。混合型的運動方式(mixed sport)比耐力型的運動(endurance sport)選手風險高，年輕(<55 years)的運動選手比年長(≥ 55 years)的運動選手高(Newman et al., 2021)



Crawford, C.. (2017). AAFP Issues Atrial Fibrillation Drug Therapy Guideline. <https://www.aafp.org/news/health-of-the-public/20170605afibguideline.html>. Accessed 20200508.
 Newman W, Parry-Williams G, Wiles J, et al. Br J Sports Med 2021;55:1233–1238. doi:10.1136/bjsports-2021-103994 O’Keefe, J. H., Franklin, B., & Lavie, C. J. (2014). Exercising for Health and Longevity vs Peak Performance: Different Regimens for Different Goals. Mayo Clinic Proceedings, 89(9), 1171–1175. doi:10.1016/j.mayocp.2014.07.007

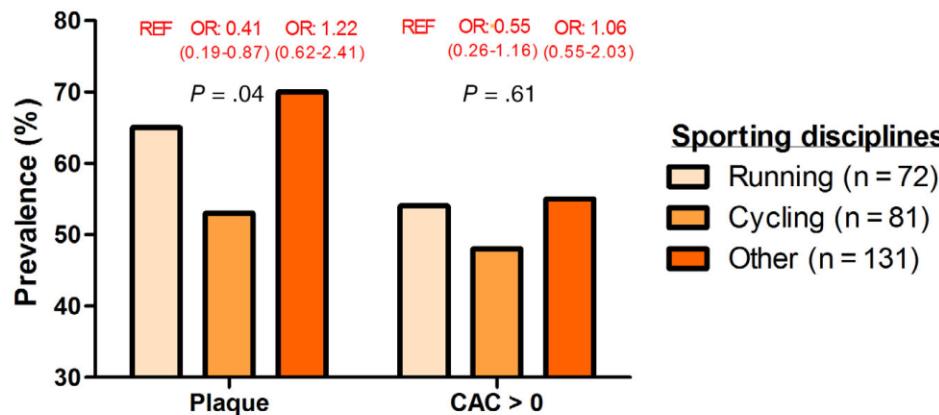
動脈血管粥狀硬化，分為鈣化粥狀硬化斑與非鈣化粥狀硬化斑，科學研究結果：男性馬拉松選手每年至少進行1次馬拉松跑步、連續25年，冠狀動脈鈣化粥狀硬化斑與非鈣化粥狀硬化斑，均比不運動者多 (O'Keefe et al., 2014; Wang, et al., 2018)



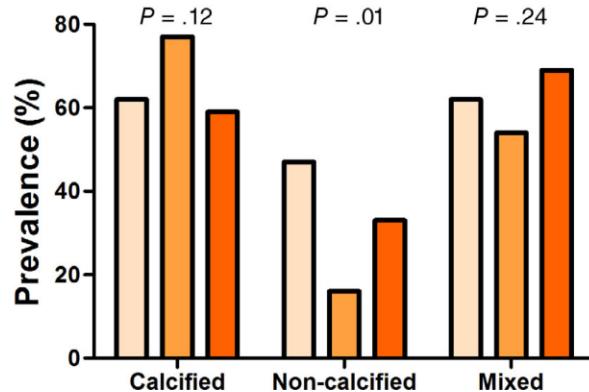
O'Keefe, J. H., Franklin, B., & Lavie, C. J. (2014). Exercising for Health and Longevity vs Peak Performance: Different Regimens for Different Goals. Mayo Clinic Proceedings, 89(9), 1171–1175. doi:10.1016/j.mayocp.2014.07.007
 Wang, Y., Osborne, M. T., Tung, B., Li, M., & Li, Y. (2018). Imaging Cardiovascular Calcification. Journal of the American Heart Association, 7(13), e008564.

不同運動選手心臟冠狀動脈粥狀硬化與粥狀硬化斑型態盛行率 (Aengevaeren et al., 2020)

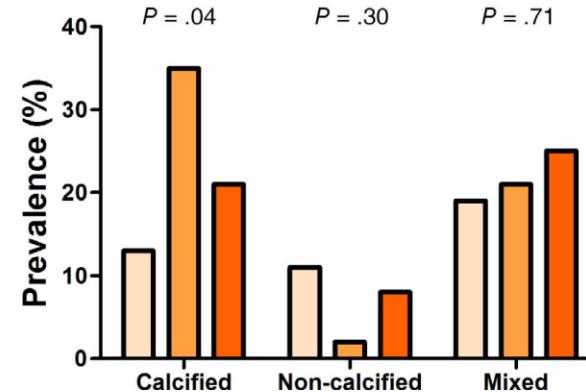
(A) Coronary atherosclerosis (n = 284)



(B) Plaque type (n = 182)



(C) Dominant plaque type (n = 182)

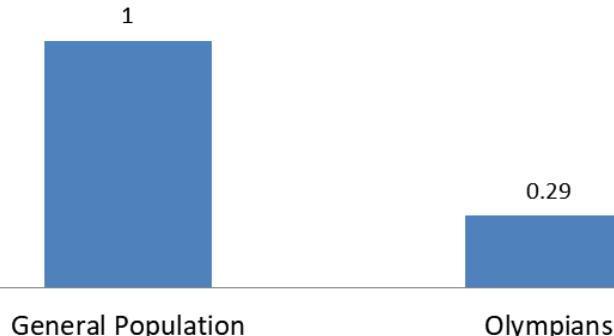


CAC, coronary artery calcification; OR, odds ratio; REF, reference

世代追蹤研究：觀察1960-2017年總共3381位日本奧林匹克級的運動選手，總追蹤人次為94076.82 person-years。與一般民眾比較，整體奧林匹克運動選手標準化死亡風險降低71%。但參加奧林匹克比賽兩次或三次的選手，與參加一次奧運的選手比較，死亡風險分別增加52%與87%，尤其是中高強度項目運動選手 (Takeuchi et al., 2019).

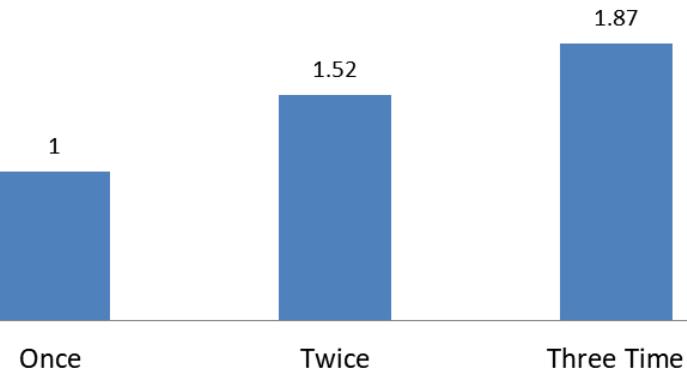
General Population VS Olympians

■ Relative Risk of Mortality



Number of Olympics Participation

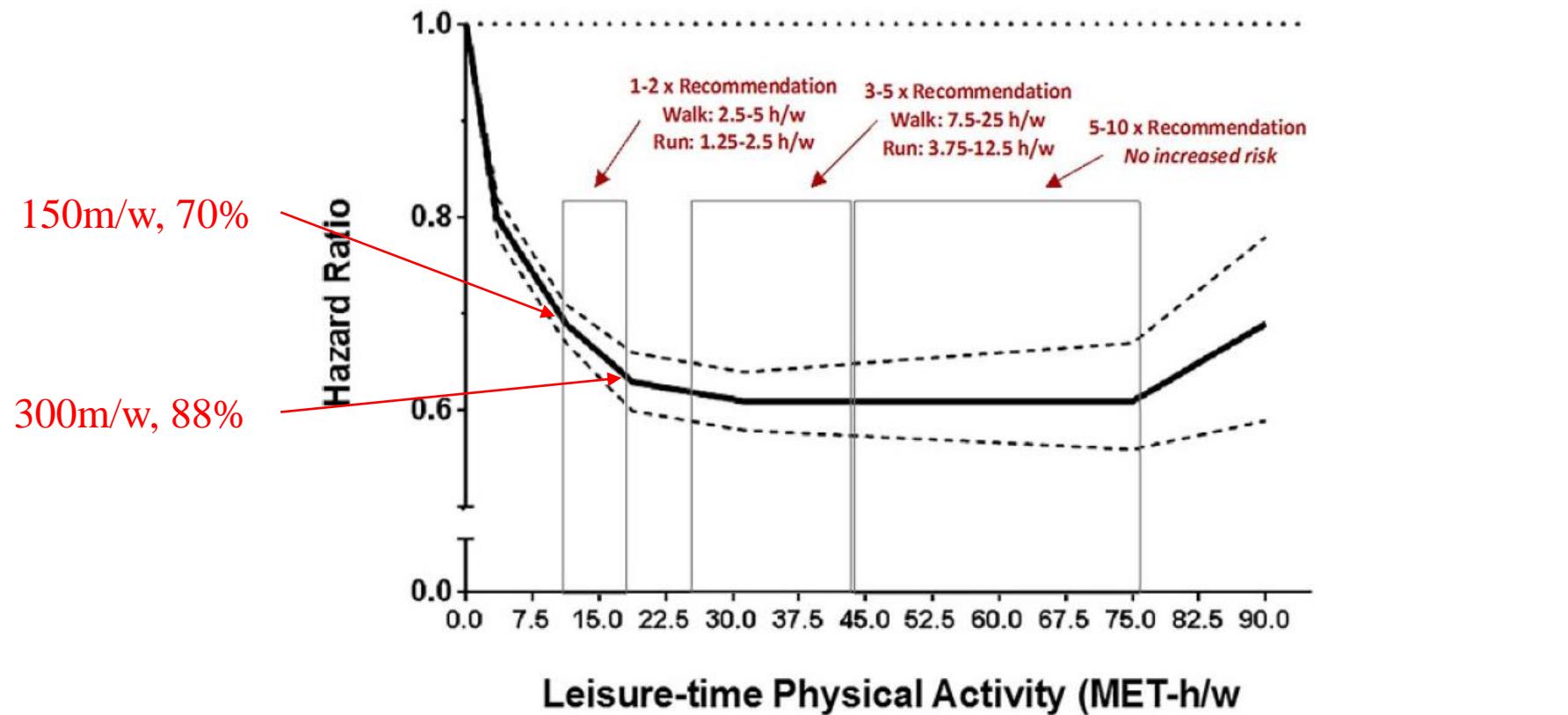
■ Relative Risk of Mortality



每週身體活動總量達目前最少建議量的5-10倍，尚不會增加對身體健康不利的風險，一旦身體活動量超過目前建議量10倍時，就會喪失部分身體活動對健康的好處(Kraus et al., 2019)。

5倍： $50 \text{ MET-h/w} = 3000 \text{ METs-min/w}$

5倍：中強度 750 min/w ; 高強度 375 min/w



KRAUS, W. E., K. E. POWELL, W. L. HASSELL, K. F. JANZ, W. W. CAMPBELL, J. M. JAKICIC, R. P. TROIANO, K. SPROW, A. TORRES, and K. L. PIERCY, (2019). FOR THE 2018 PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE. Physical Activity, All-Cause and Cardiovascular Mortality, and Cardiovascular Disease. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 51, No. 6, pp. 1270–1281.

甚麼是促進免疫健康 最適當的運動量？

適度運動提升免疫功能，降低感染風險；極端大量運動，會引發免疫抑制現象(immunosuppression)，造成免疫功能的空窗期，反而會增加感染風險，大量運動後的免疫抑制現象造成的免疫功能空窗期，一般會持續3-72小時(Grindvik, 2013; Hackney, 2013).

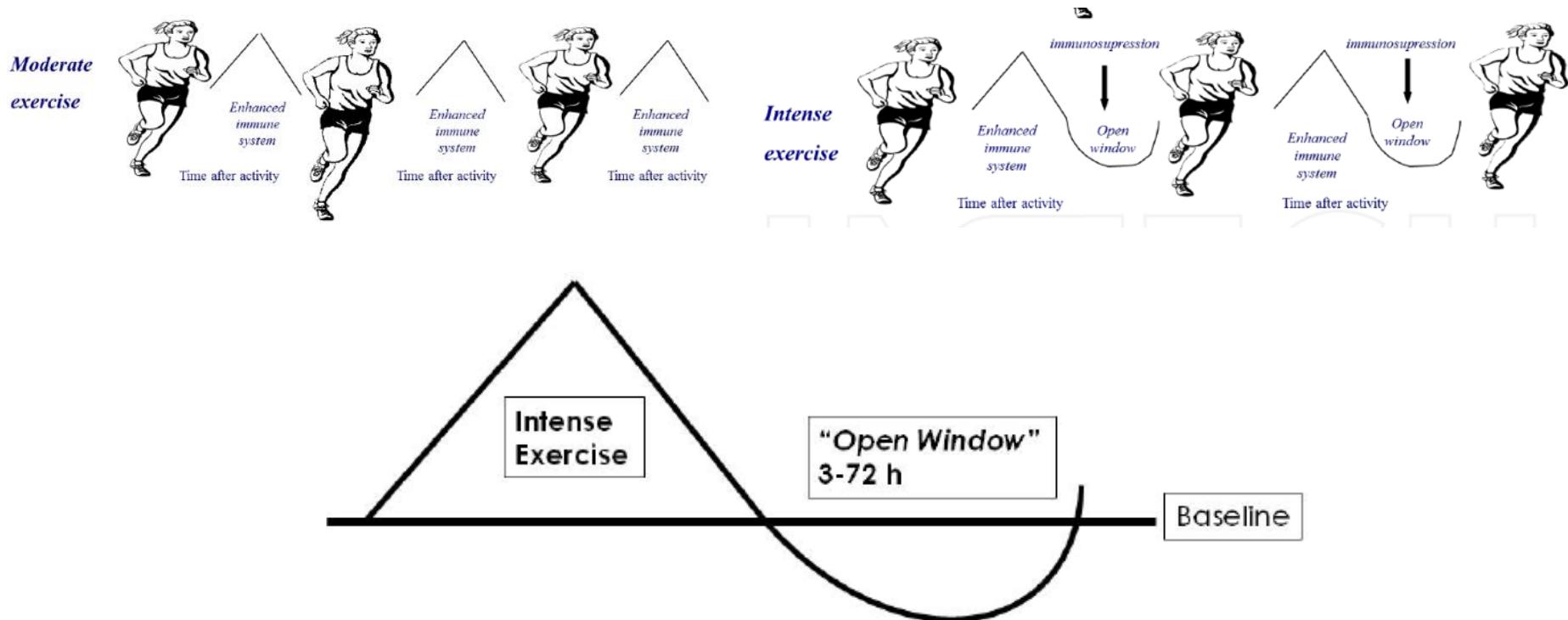
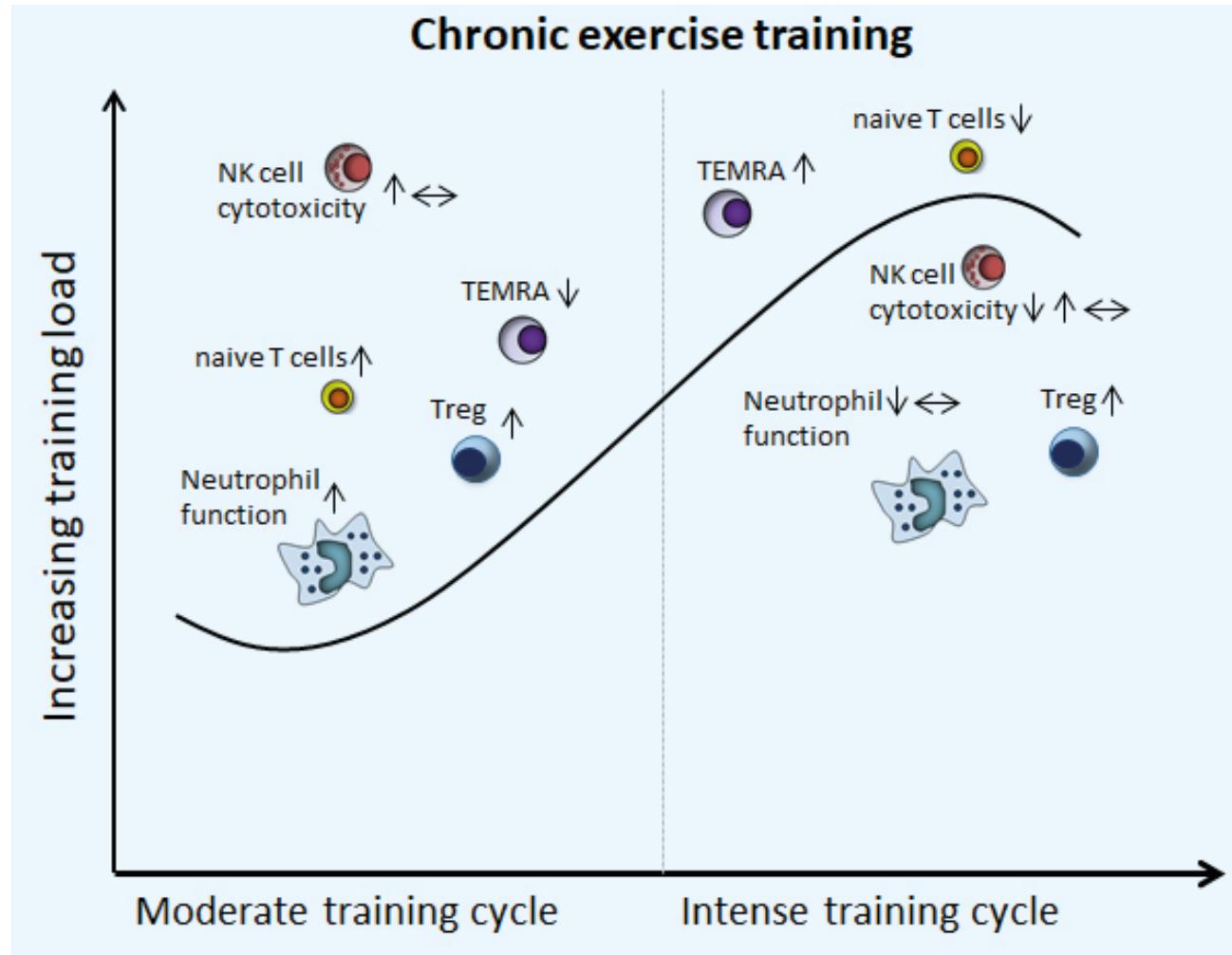
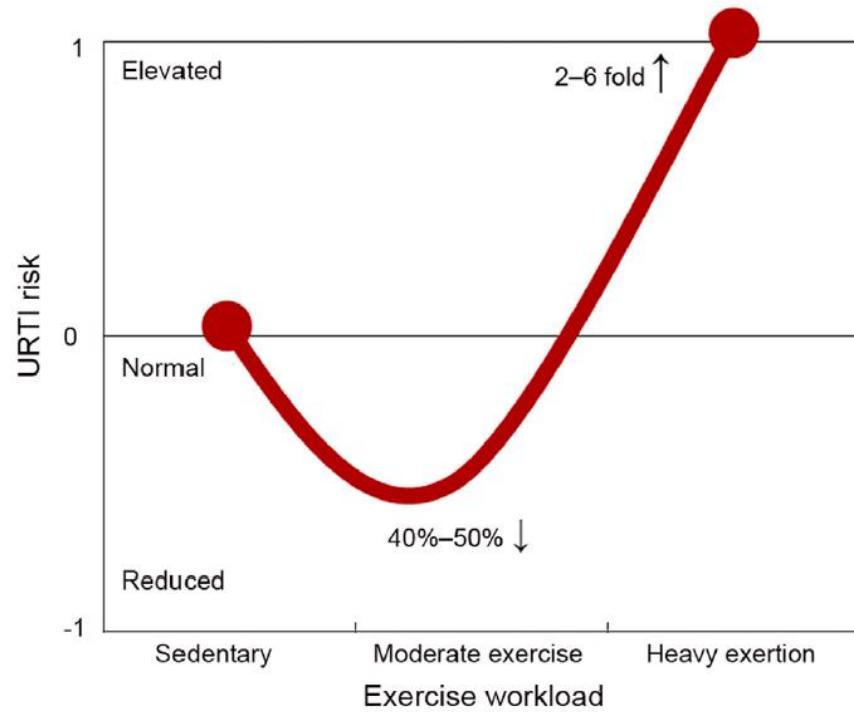
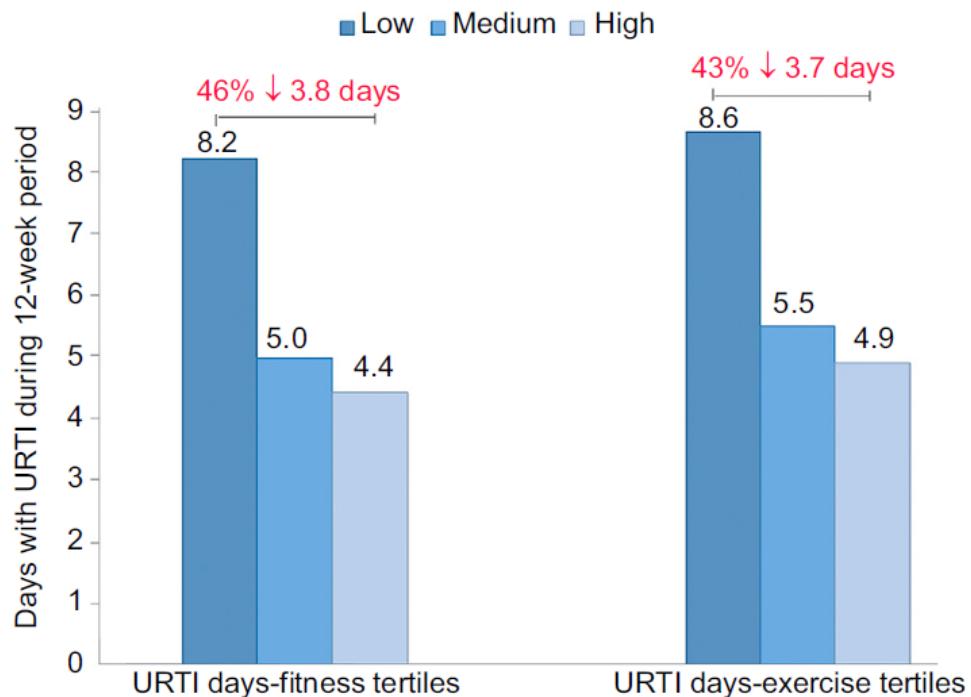


Figure 2. Open Window theoretical concept associated with immune responses to acute exercise. h=hours

適度運動訓練增加新生T細胞、降低TEMRA細胞、提升嗜中性白血球功能。相反的，密集的大量運動訓練，會降低血液循環中新生T細胞、增加TEMRA細胞、降低嗜中性白血球功能。此現象可能增加感染細菌病毒之風險(Alack, Pilat & Krüger, 2019)。

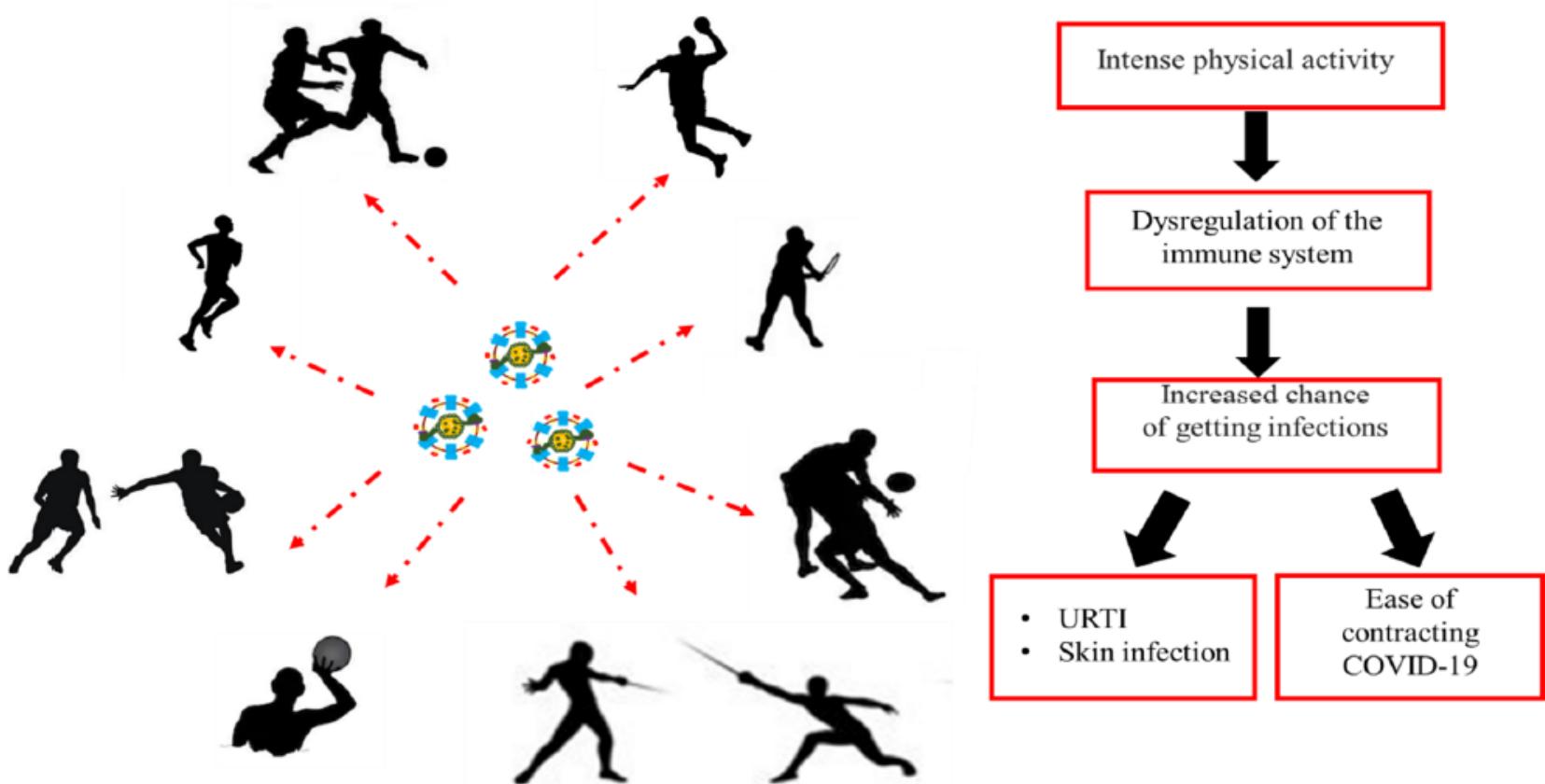


高心肺適能與規律運動降低上呼吸道感染風險，極端大量運動反而增加上呼吸道感染風險 (Nieman & Wentz, 2019).



Nieman, D. C., Wentz, L. M. (2019). The compelling link between physical activity and the body's defense system. Journal of Sport and Health Science, 8, 201-217. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.009>

高強度密集運動造成免疫系統失調，增加感染風險，包括皮膚、上呼吸道與COVID-19 (Scudiero et al., 2021)



Scudiero, O.; Lombardo, B.; Brancaccio, M.; Mennitti, C.; Cesaro, A.; Fimiani, F.; Gentile, L.; Moscarella, E.; Amodio, F.; Ranieri, A.; et al. Exercise, Immune System, Nutrition, Respiratory and Cardiovascular Diseases during COVID-19: A Complex Combination. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 904. <https://doi.org/ijerph18030904>

超馬媽媽邱淑容截肢後首度現身，去年8月在法國參加超級馬拉松賽，因為感染雙腳截肢的超馬媽媽邱淑容，今天凌晨首度再度回到超馬比賽場地，替馬拉松同好加油打氣………

遠赴法國參賽，參加全程18天、1150公里越野賽，腳傷引發敗血症而遭到截肢



攝影 徐克誠 高雄 報導 發佈時間：2009/02/21 11:34 最後更新時間：2016/05/16 15:06
詳細報導請見：news.tvbs.com.tw/other/121979?from=Copy_content

國際運動免疫學會立場聲明，維持免疫健康：沒有足夠的營養補充，連續中高強度(**55–75% maximal O₂ uptake**) 90分鐘以上的長時間運動後，會有明顯免疫功能異常現象(Gleeson, 2007; Walsh et al., 2011).



<http://michaelwoodspg.blogspot.tw/2012/02/exercise-improves-your-immune-system.html>

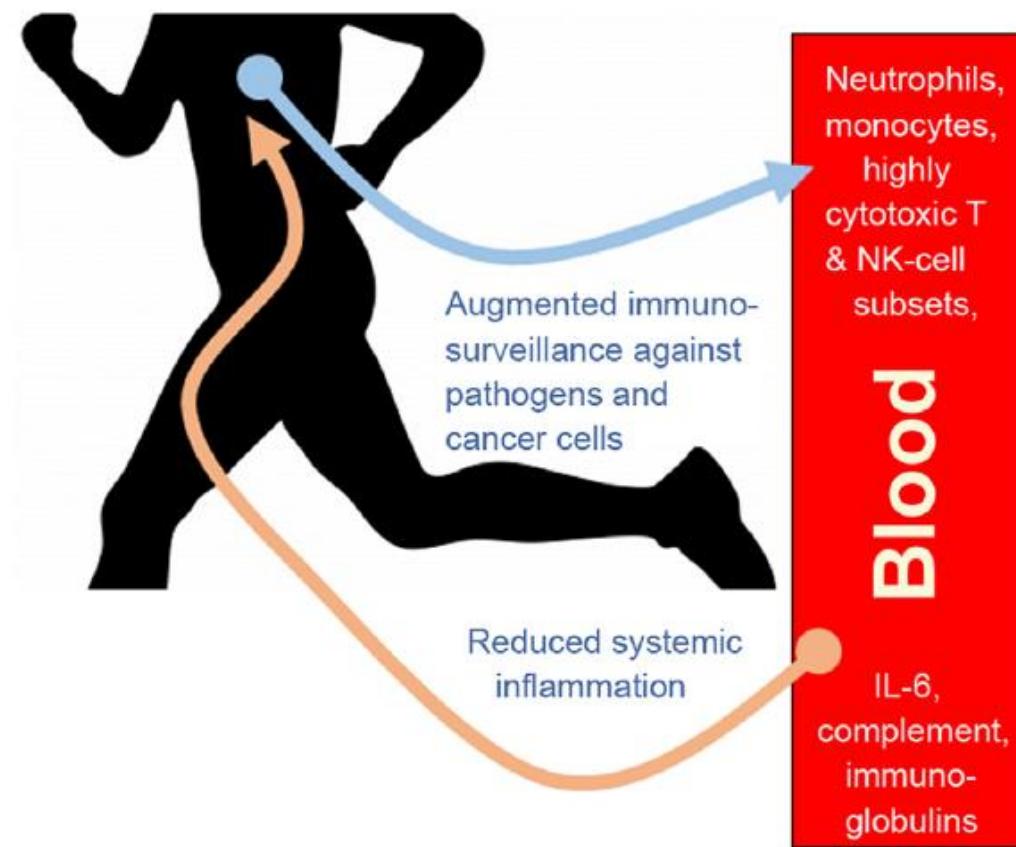


<http://www.drjockers.com/2013/07/common-lifestyle-activities-that-cripple-our-immune-system/>

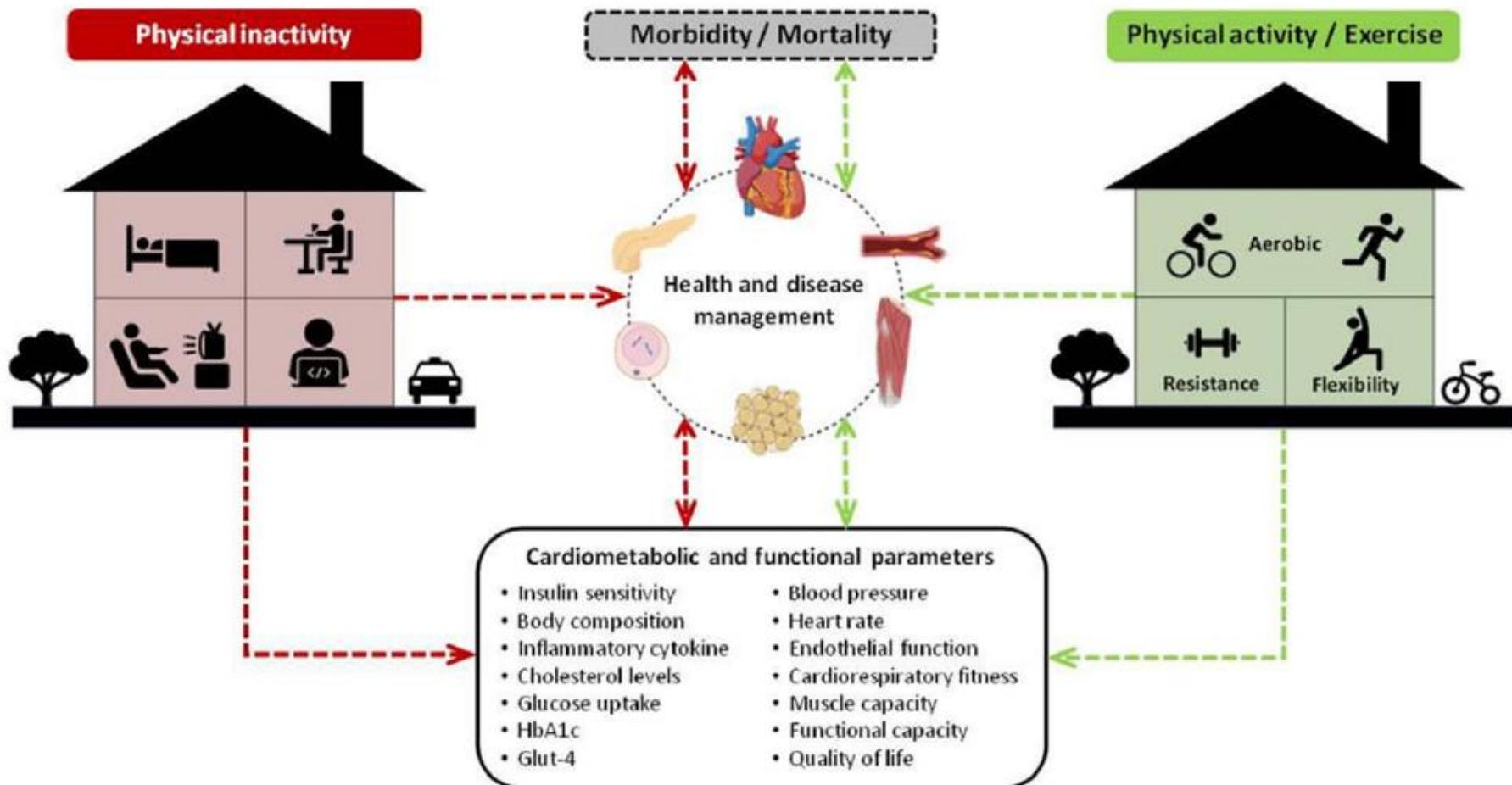
Michael Gleeson (2007). Immune function in sport and exercise. J Appl Physiol 103: 693–699, 2007; doi:10.1152/japplphysiol.00008.2007.

中高強度運動60分鐘內，可以輔助刺激各種不同高度活躍的免疫細胞在組織與血液循環中交流。
(Nieman & Wentz, 2019).

尤其每次運動時，就會促進組織內的巨噬細胞抗病原活性，同時也促進免疫球蛋白、抗發炎激素、嗜中性白血球、NK細胞、毒殺T細胞、B細胞等的再循環。每天運動這些運動時的立即改變，促進整體的免疫防禦效果與代謝健康。



居家型運動訓練(home-based exercise programs)有助於降低非傳染性疾病風險，更可以應用於COVID-19疫情期間，無法至室外或運動場館運動的限制(Marc et al., 2020)



小結：促進免疫健康對抗COVID-19

- 每種運動或身體活動(居家運動方式)
- 包含熱身活動，每天中高強度 60-90分鐘
- 運動每周2-3 天阻力運動訓練。



Lee Health (2021). There's No Place Like Home: Tips for Staying Fit During COVID-19. <https://www.leehealth.org/health-and-wellness/healthy-news-blog/exercise-and-nutrition/there-s-no-place-like-home-tips-for-staying-fit-during-covid-19> Accessed 20210831

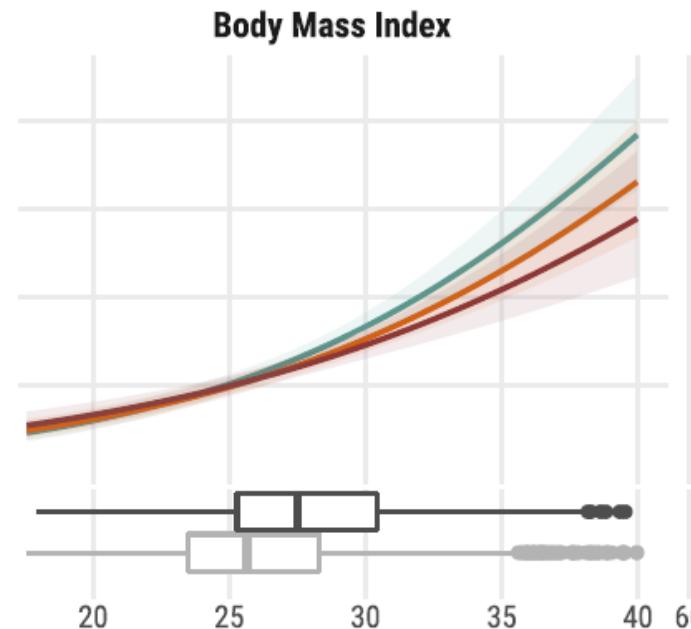


Simpson, R. J., (March 30, 2020). Exercise, Immunity and the COVID-19 Pandemic. <https://www.acsm.org/blog-detail/acsm-blog/2020/03/30/exercise-immunity-covid-19-pandemic>. Accessed 20210820.

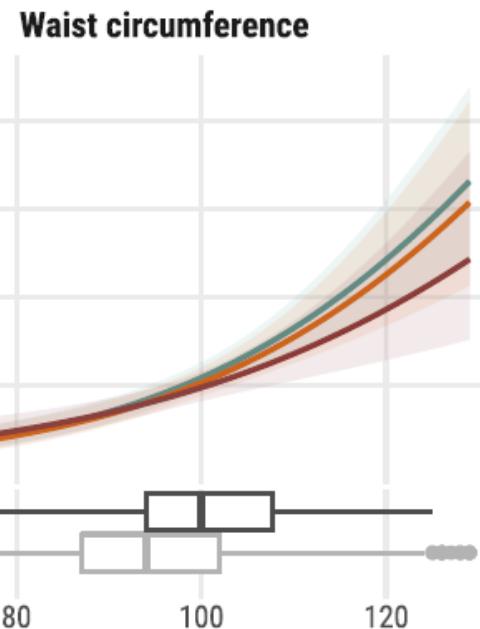
以407,131位在1992- 2020年間進行瑞典全國職業健康篩檢的研究對象，進行病例對照研究。其中有857位 (70% men, mean age 49.9 years) 感染COVID-19與3426位對照組，比較心肺適能(VO_{2max})、生活型態與感染COVID-19 症狀嚴重程度(包括住院、加護病房與死亡)之影響(Ekblom-Bak et al., 2021)。

■ Cases
□ Non-cases

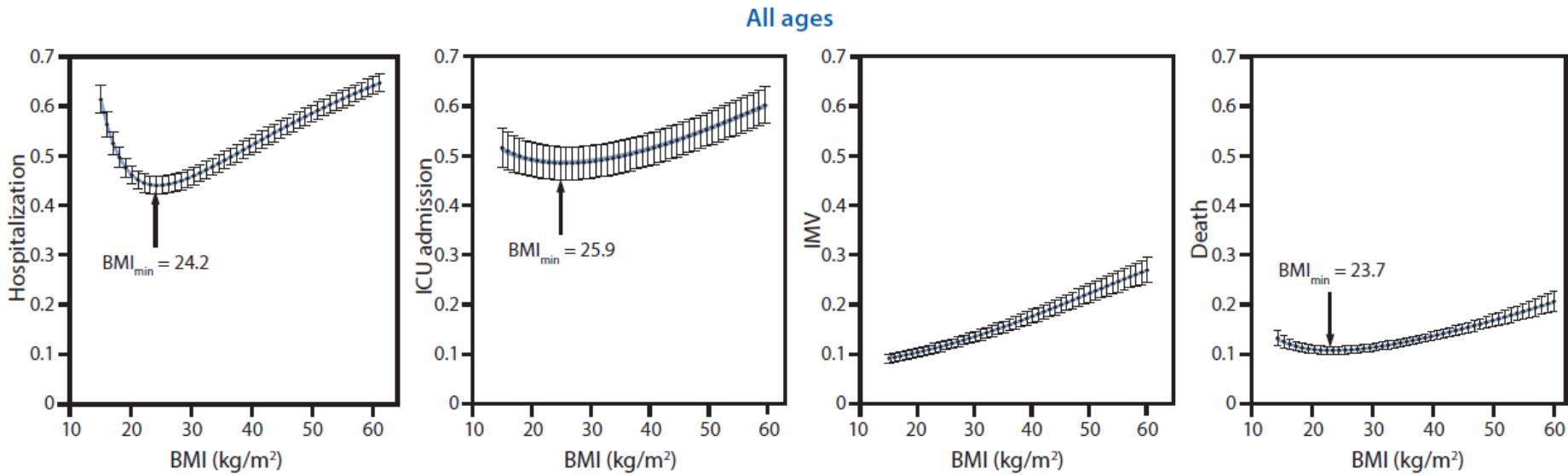
身體質量指數BMI



腰圍

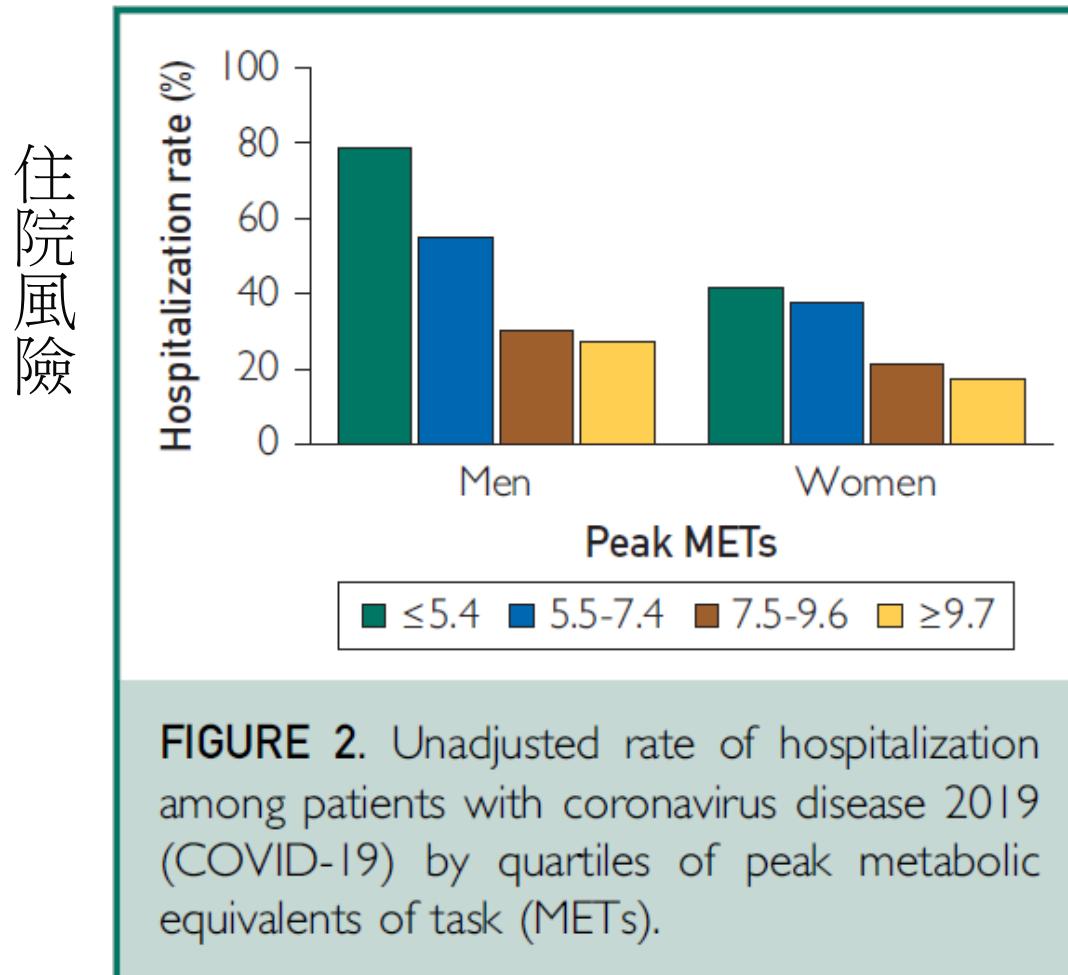


在148,494位成年人於2020年3月–12月間，在238美國醫院急診、住院時接受COVID-19診斷，其中28.3%體位過重、50.8%肥胖。研究結果：**體位過重與肥胖是感染COVID-19裝置入侵式呼吸器的危險因子，肥胖則是住院與死亡的危險因子**，尤其是年齡小於<65 歲患者(Kompaniyets et al., 2021)

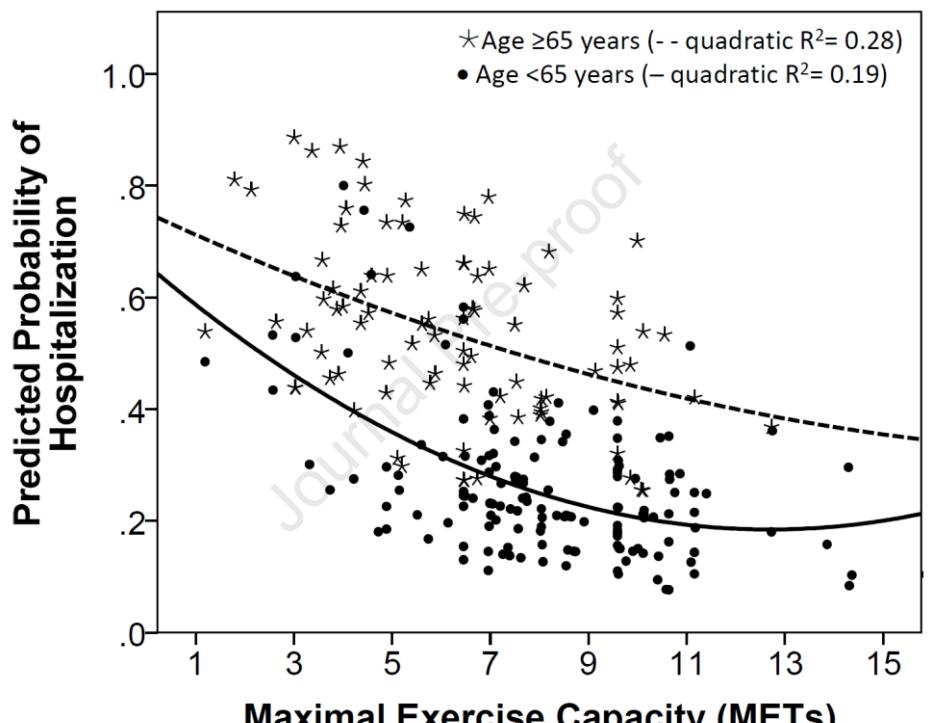


Lydmyla Kompaniyets, Alyson B. Goodman, Brook Belay, David S. Freedman, Marissa S. Sucosky, Samantha J. Lange, Adi V. Gundlapalli, Tegan K. Boehmer, Heidi M. Blanck. (2021). Body Mass Index and Risk for COVID-19–Related Hospitalization, Intensive Care Unit Admission, Invasive Mechanical Ventilation, and Death — United States, March–December 2020Morbidity and Mortality Weekly Report. March 12, 2021 / Vol. 70 / No. 10, 355-361. US Department of Health and Human Services/Centers for Disease Control and Prevention.

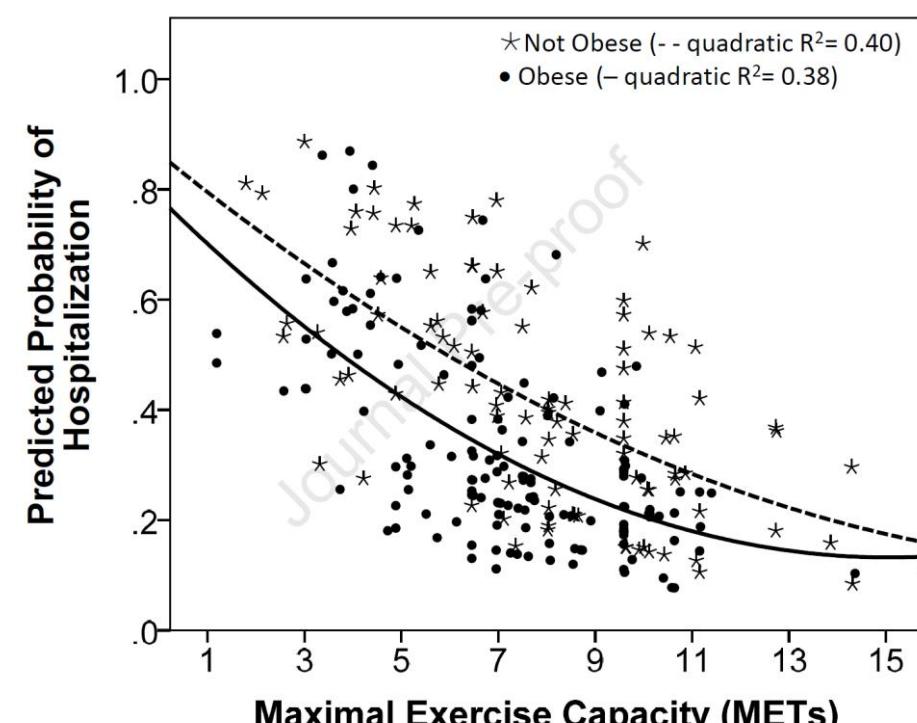
246位(平均59歲、42%男)在於2020年2月29日-2020年5月30日COVID-19確診陽性患者，其中86位住院，研究結果：高心肺適能顯著降低住院風險 (Brawner et al., 2021)



高心肺適能(METs)顯著降低感染COVID-19住院風險的現象，不論患者是否年齡年輕或肥胖(body mass index, BMI)，都有此成效 (Brawner et al., 2021)



心肺適能

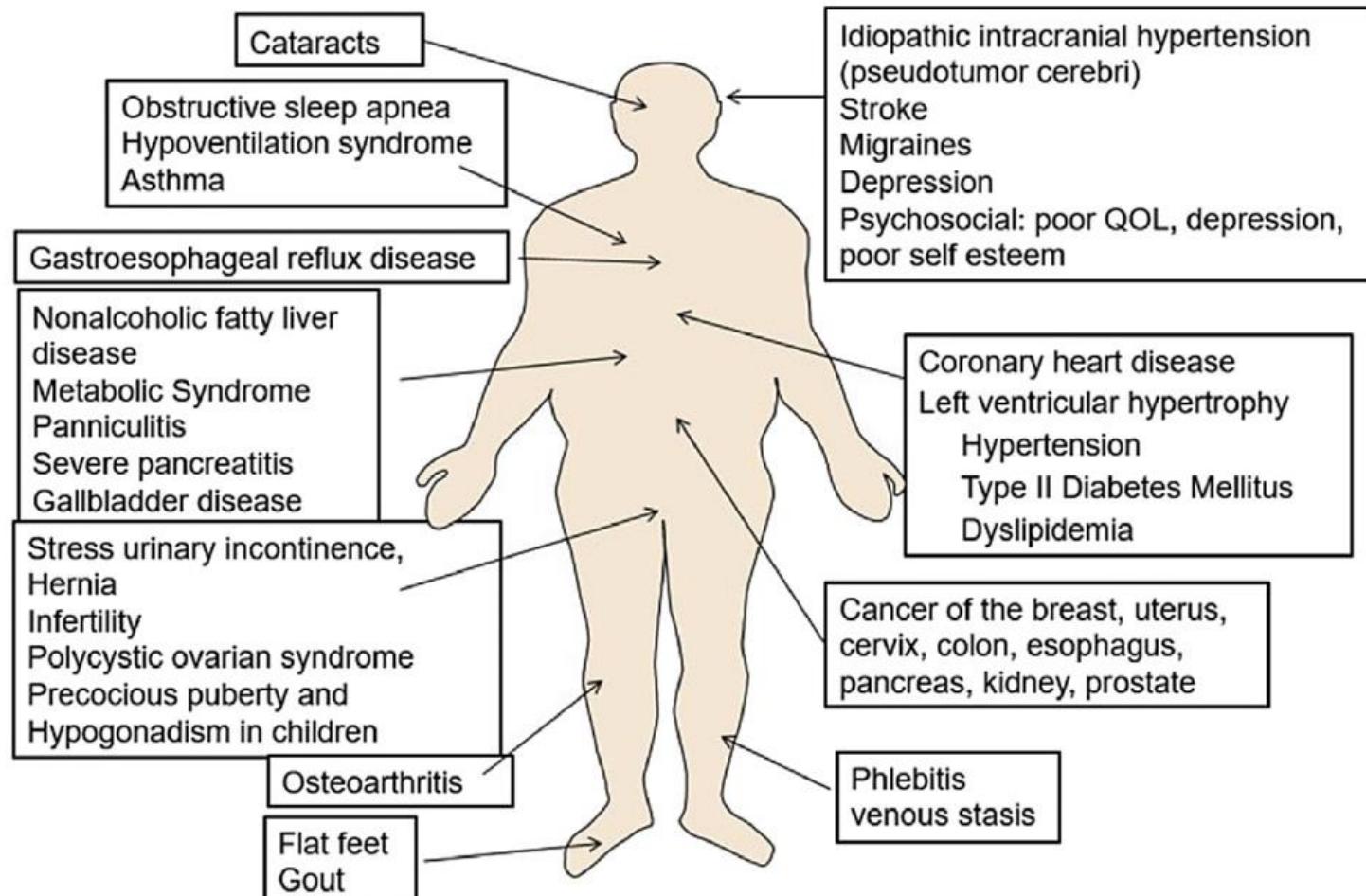


心肺適能

Brawner, C. A., Ehrman, J. K., Bole, S., Kerrigan, D. J., Parikh, S. S., Lewis, B. K., ... Keteyian, S. J. (2021). Maximal Exercise Capacity is Inversely Related to Hospitalization Secondary to Coronavirus Disease 2019. Mayo Clinic Proceedings. doi:10.1016/j.mayocp.2020.10.003

以心肺適能作為輔助BMI
健康體位評估指標

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(m)平方的公式稱為**Quetelet Index**，1972年被美國生理學家Ancel Keys (1904-2004)改稱為**Body Mass Index (BMI)**。



Eknayan, G. (2008). Adolphe Quetelet (1796-1874) the average man and indices of obesity. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 23(1), 47-51. doi:10.1093/ndt/gfm517

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

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

- ...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%

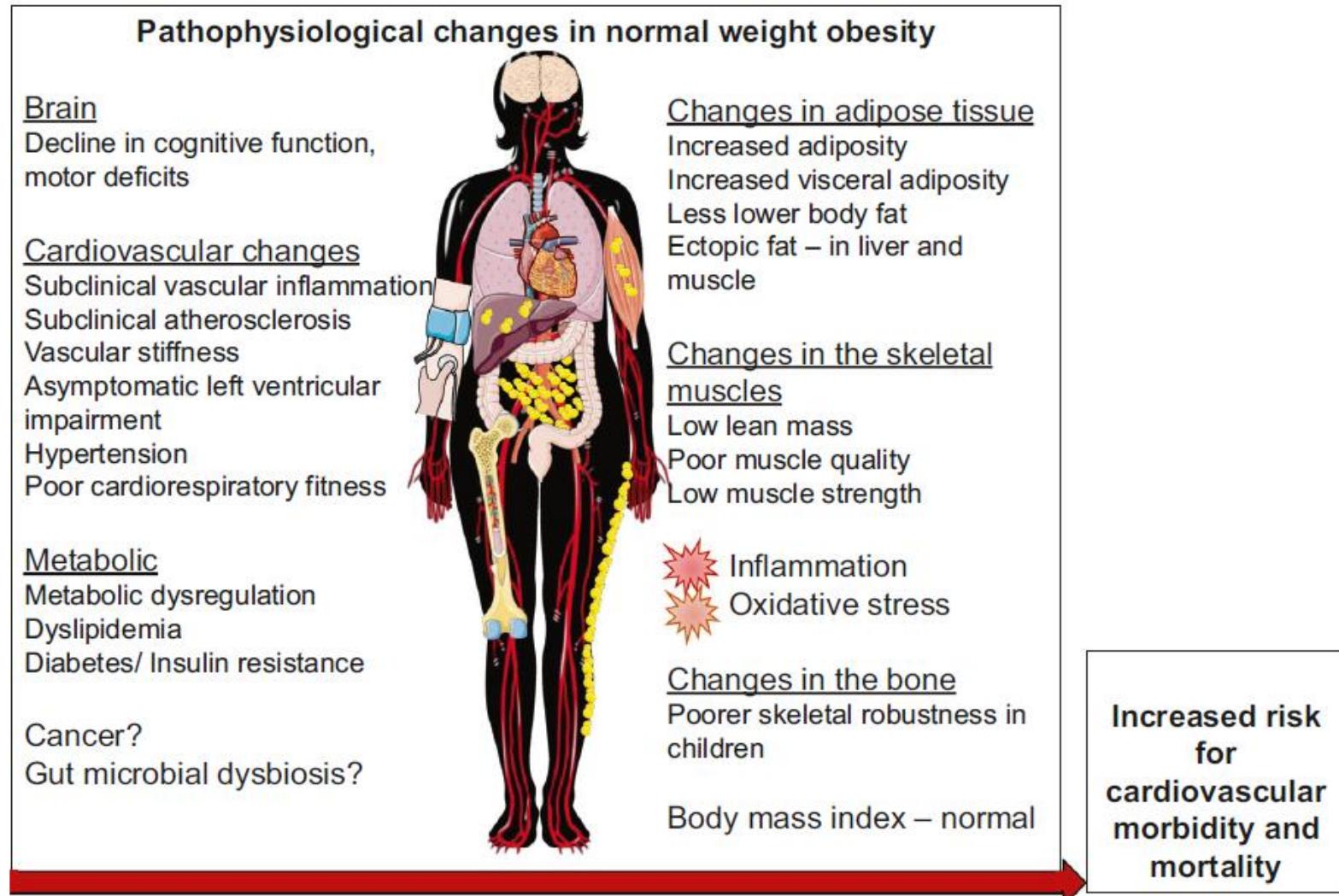
Sommer, I., Teufer, B., Szelag, M., Nussbaumer-Streit, B., Titscher, V., Klerings, I., & Gartlehner, G. (2020). The performance of anthropometric tools to determine obesity: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 10(1). doi:10.1038/s41598-020-69498-7

BMI評估體位可能衍生的問題

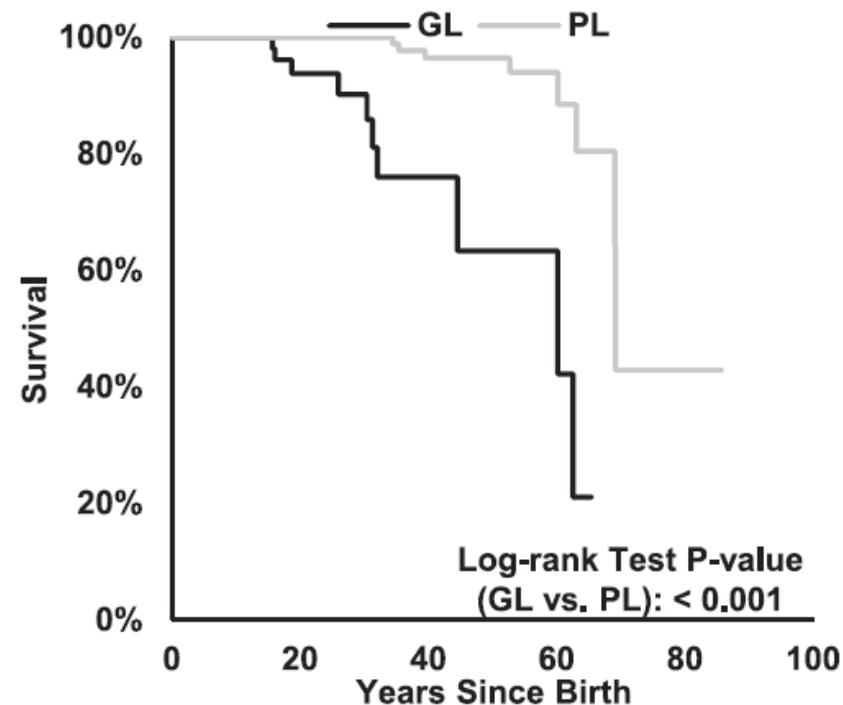
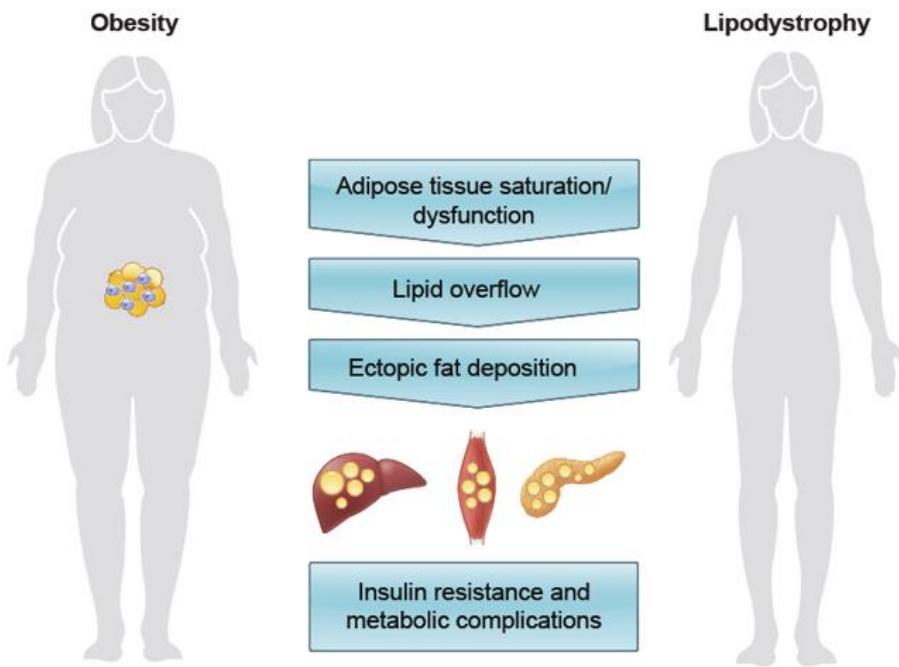
1. 肌肉、骨骼含量高，脂肪含量可能不多，但BMI可能達過重或肥胖範圍的學生，會被建議增加日常身體活動量外，也會被勸導減少日常食量，將抑制其本身原來基因調控最佳的身高、體重與其它生長發育的生理狀態。
2. 肌肉、骨骼含量少，脂肪含量卻很高，但BMI可能介於正常範圍的學生，此類體位也被稱為體重正常肥胖(normal weight obesity)，是心臟與代謝疾病高危險群，反而失去介入改善的機會。

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(normal weight obesity)代謝功能不健康之病理生理現象(Wijayatunga, & Dhurandhar, 2021)



230位確認部分與全身性脂質營養不良(lipodystrophy)患者，糖尿病與胰島素阻抗(58.3%)、肝臟(71.7%)、腎臟(40.4%)、心臟疾病(30.4%)與胰臟炎(13%)。平均壽命51.2-66.6 歲 (Akinci et al., 2019; Lim et al., 2021)

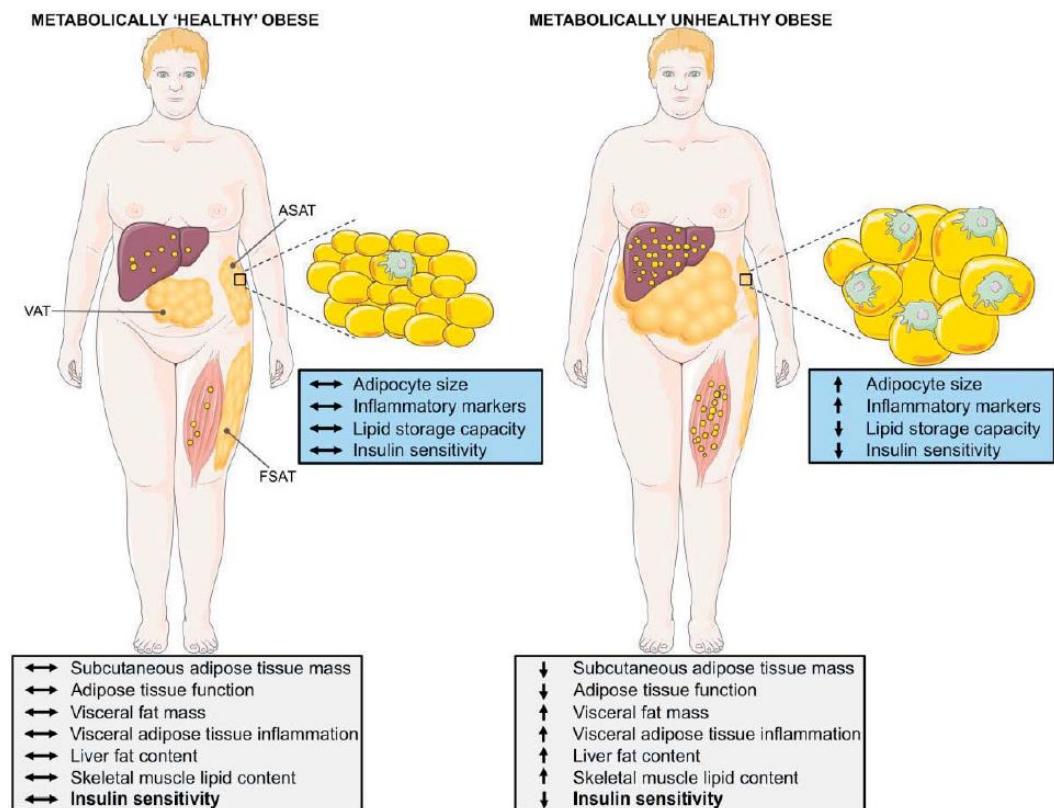


脂肪組織增加且脂肪細胞體積肥大(hypertrophy)，產生脂肪組織代謝功能異常。脂肪組織內基質幹細胞(adipose-derived stromal cells)的增殖能力如果較差，因而導致脂肪細胞數量無法增生，是造成第2型糖尿病患者皮下與腹部脂肪細胞肥大、脂肪組織內較多M1型巨噬細胞與組織發炎的原因 (Goossens, 2017; Stafeev et al., 2019)

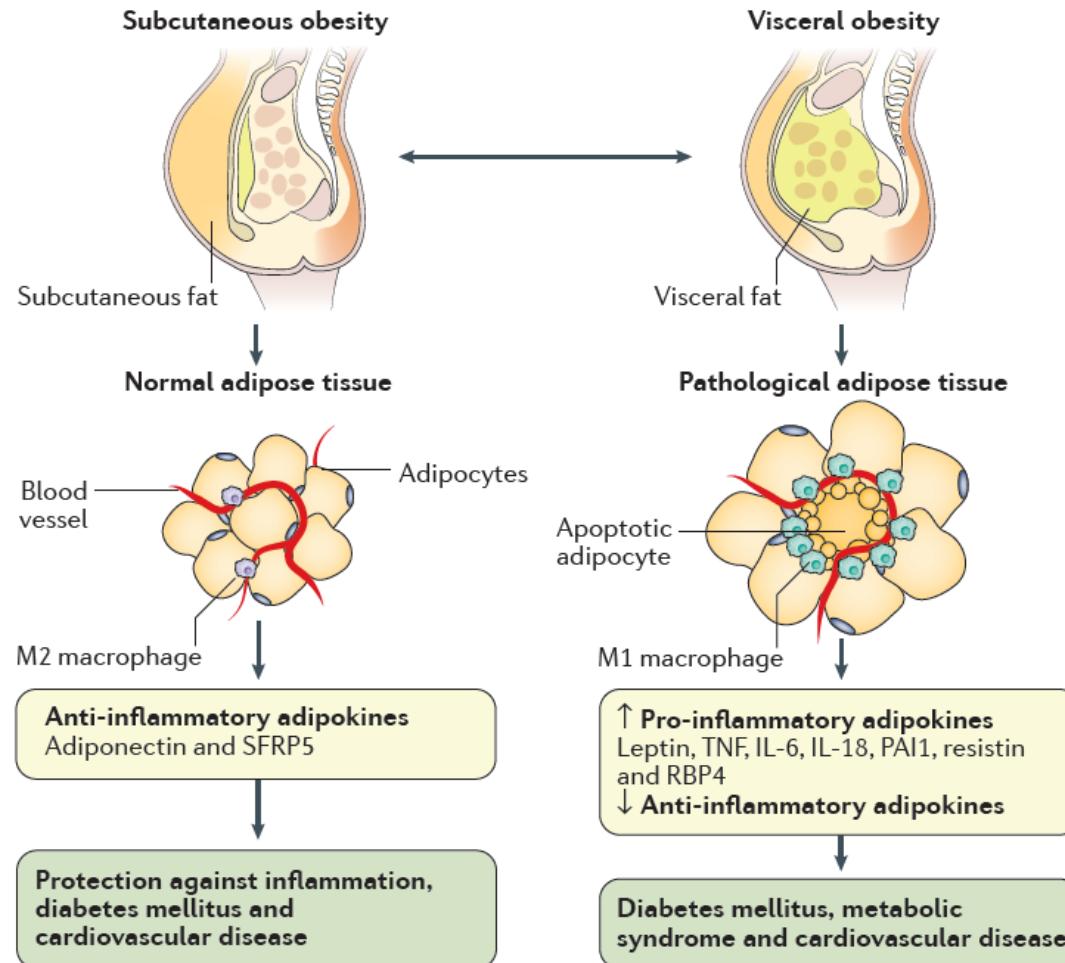
➤ 代謝功能健康的肥胖
(metabolic healthy obese, MHO)

➤ 代謝功能不健康的肥胖(metabolic unhealthy obese, MUO)

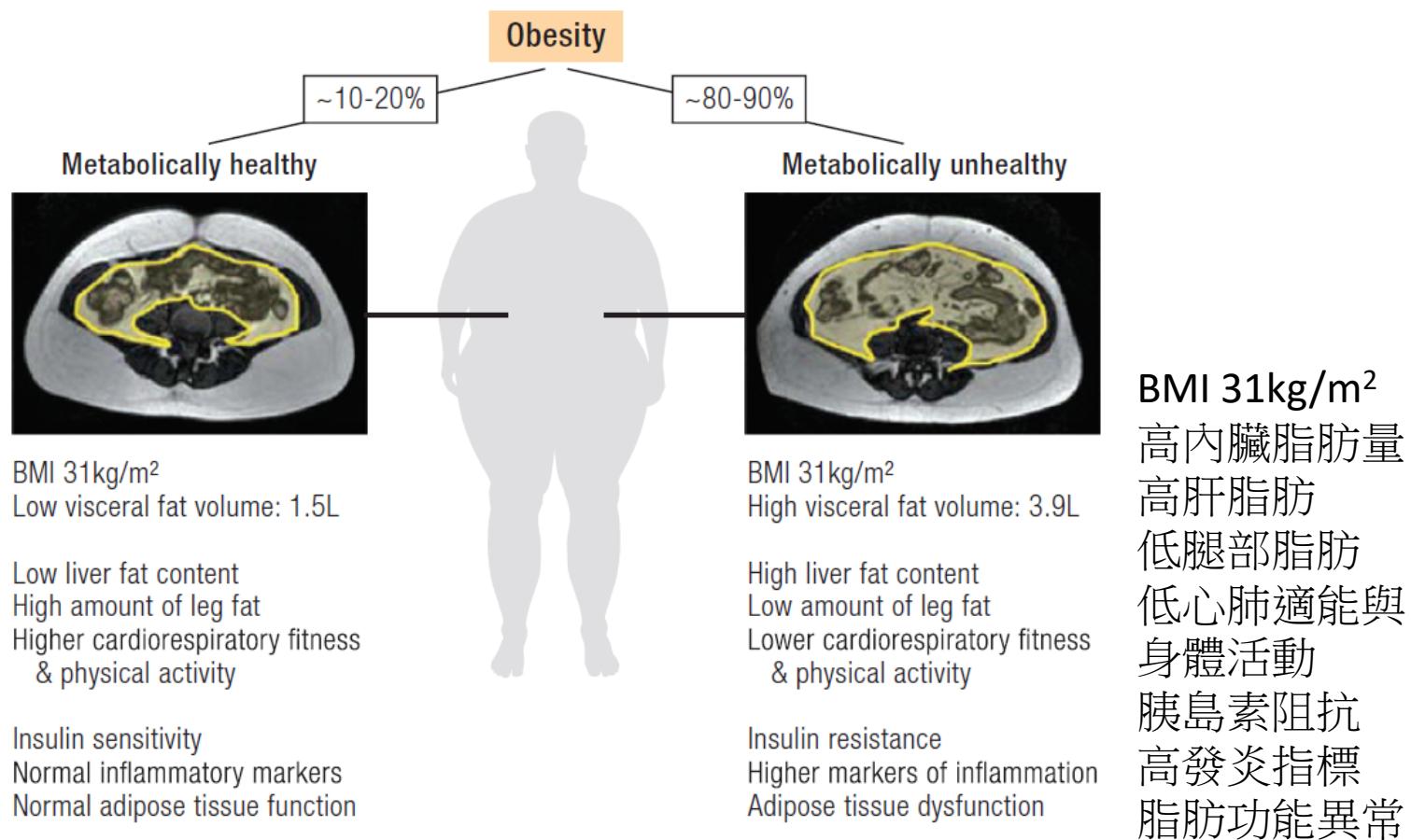
1. 脂肪細胞體積變大
2. 代謝功能異常現象
3. 發炎指標物質上升
4. 儲存脂質能力下降
5. 胰島素敏感度下降



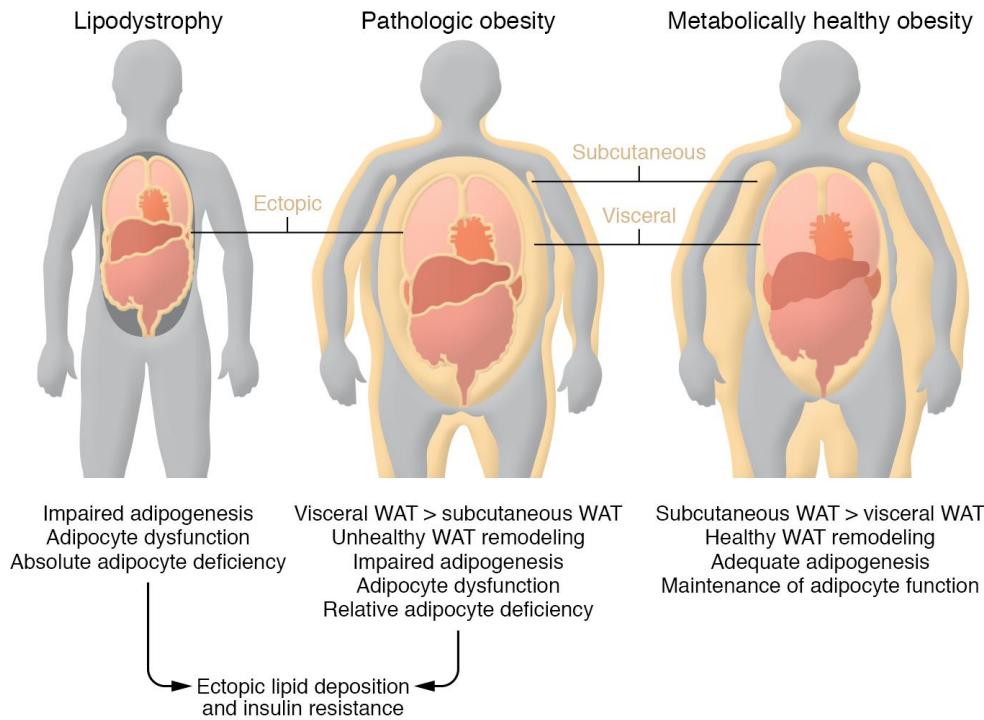
研究發現，內臟脂肪組織量增加，會提高肥胖有關的心血管疾病風險，而皮下脂肪量增加，則較不會提高心血管疾病風險 (González-Muniesa et al., 2017)



代謝功能健康(metabolically healthy obesity, MHO) 與代謝功能不健康肥胖之生理型態 (metabolically unhealthy obesity, MUO) (Blüher, 2020).



脂肪異常體位初步分類

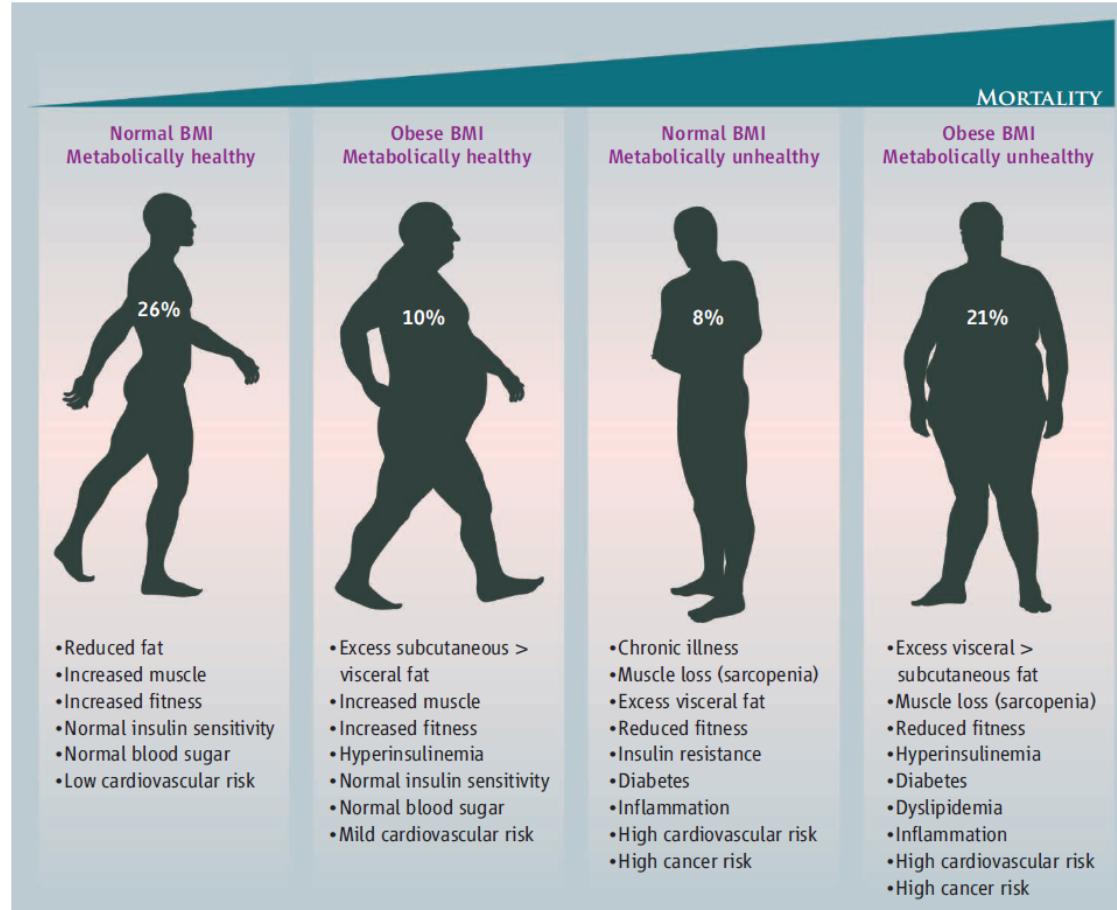


- 脂質營養不良 (lipodystrophy)、
- 體重正常代謝不健康肥胖(normal weight obesity)、
- 病態肥胖(pathologic obesity)、
- 代謝健康肥胖 (metabolically healthy obesity)

死亡風險

低

高



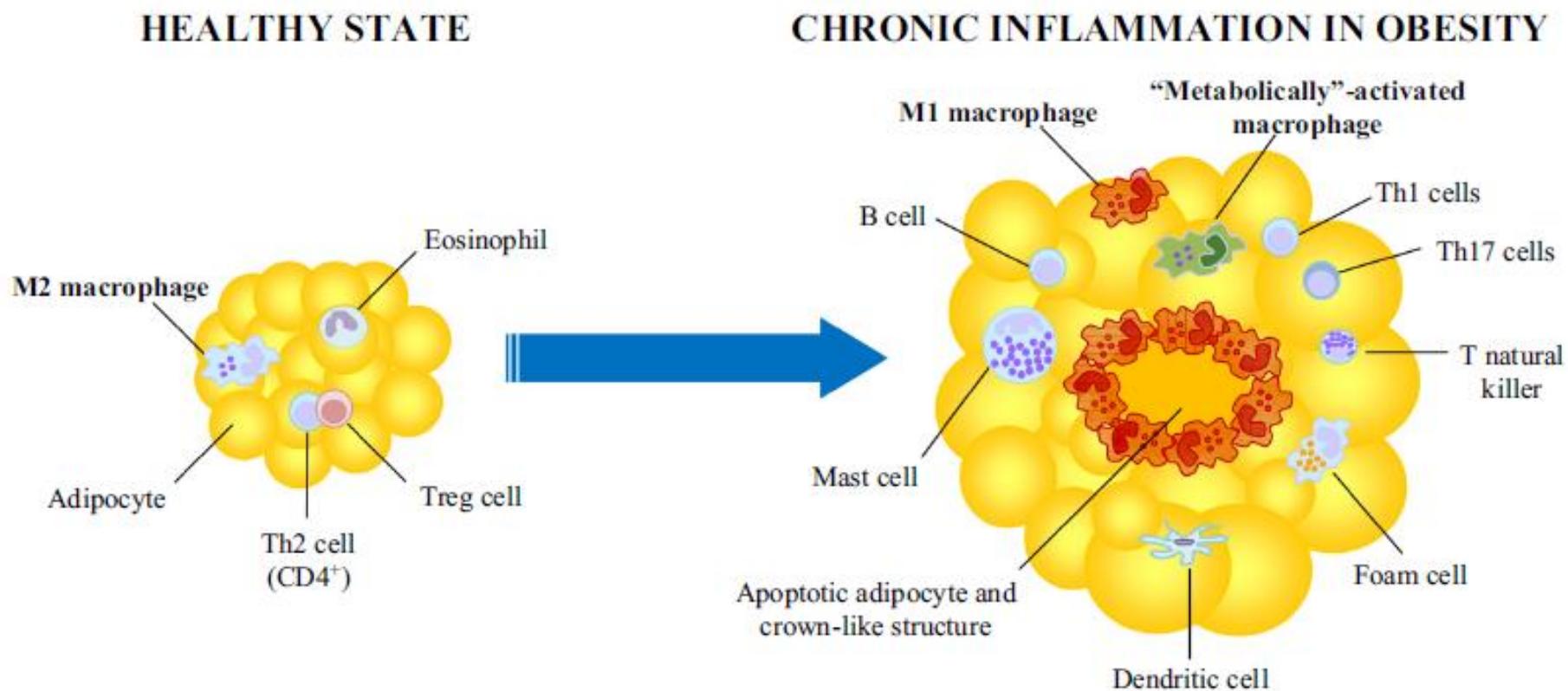
正常BMI、
代謝功能健
康

肥胖BMI、
代謝功能
健康

正常BMI、
代謝功能
不健康

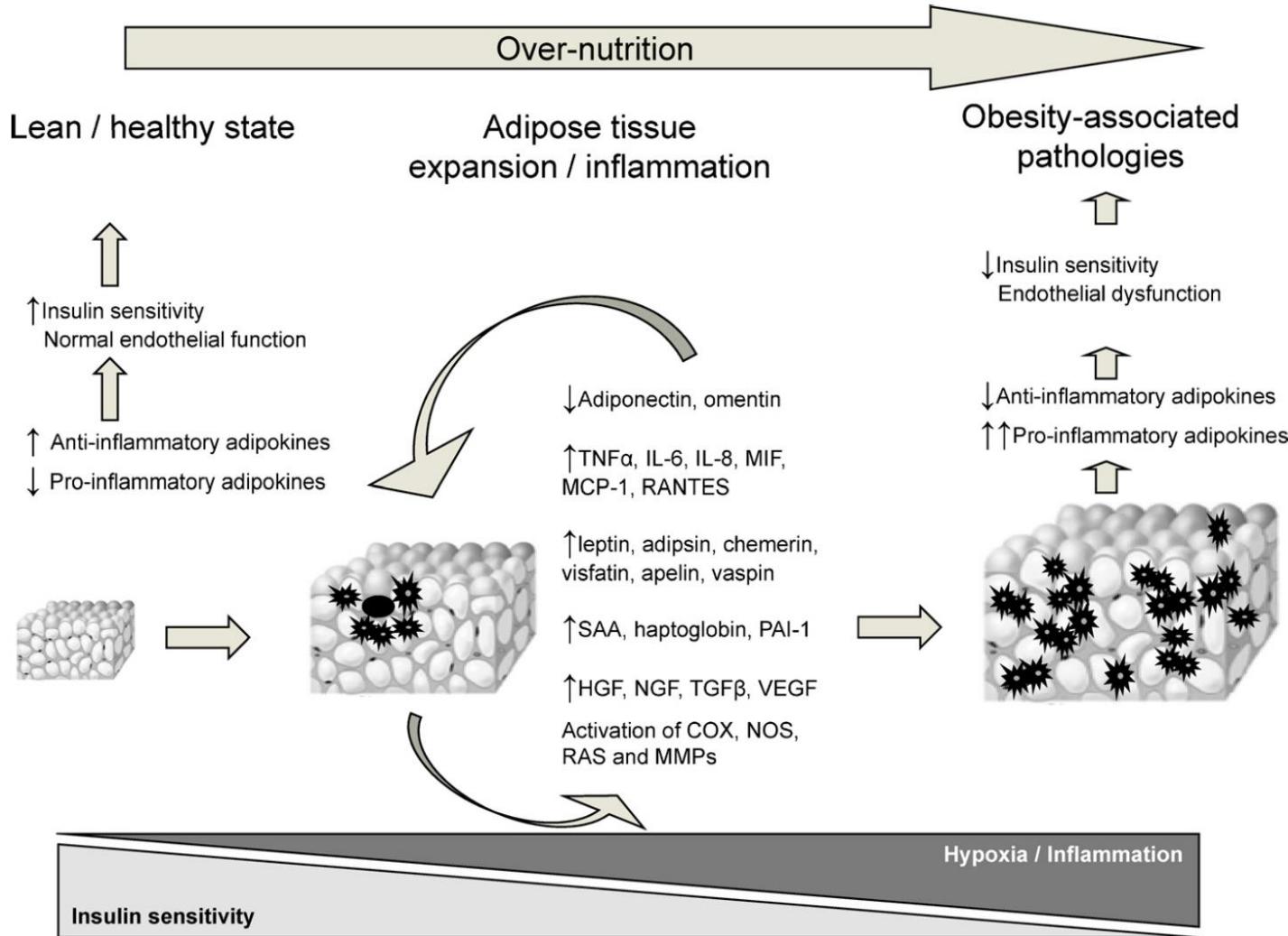
肥胖BMI、
代謝功能
不健康

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)

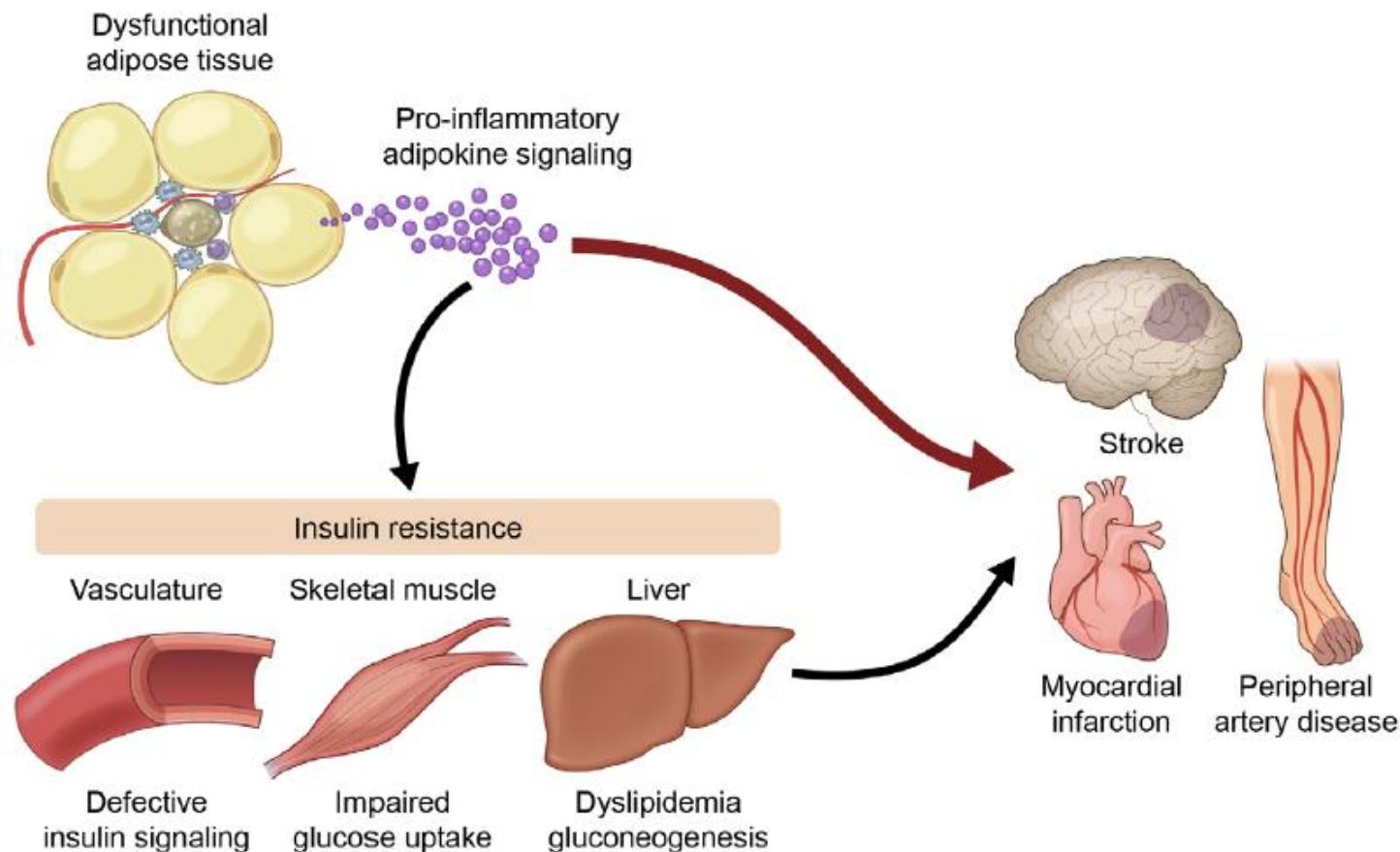


Amaia Rodríguez, Silvia Ezquerro, Leire Méndez-Giménez, Sara Becerril, and Gema Frühbeck. (2015). Revisiting the adipocyte: a model for integration of cytokine signaling in the regulation of energy metabolism. Am J Physiol Endocrinol Metab 309: E691-E714.

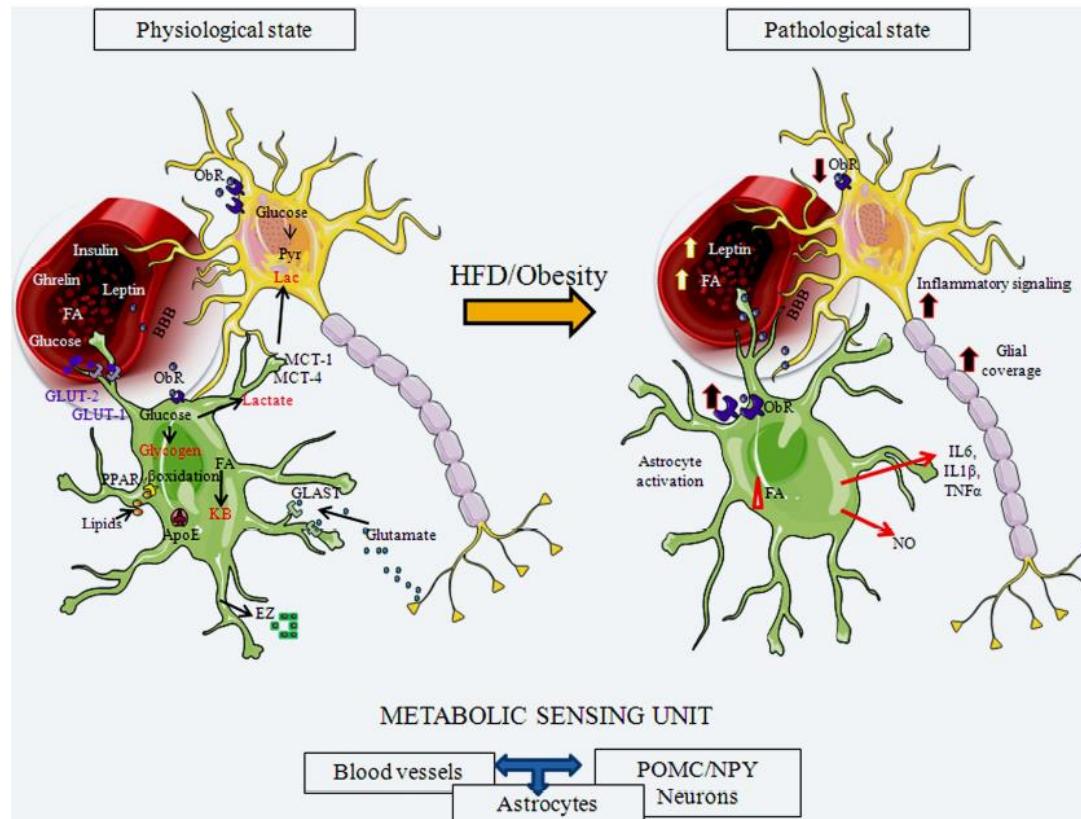
體脂肪愈高，入侵脂肪組織發炎細胞就會愈多，脂肪組織因而出現缺氧與發炎愈嚴重
 (Karastergiou & Mohamed-Ali, 2010)。



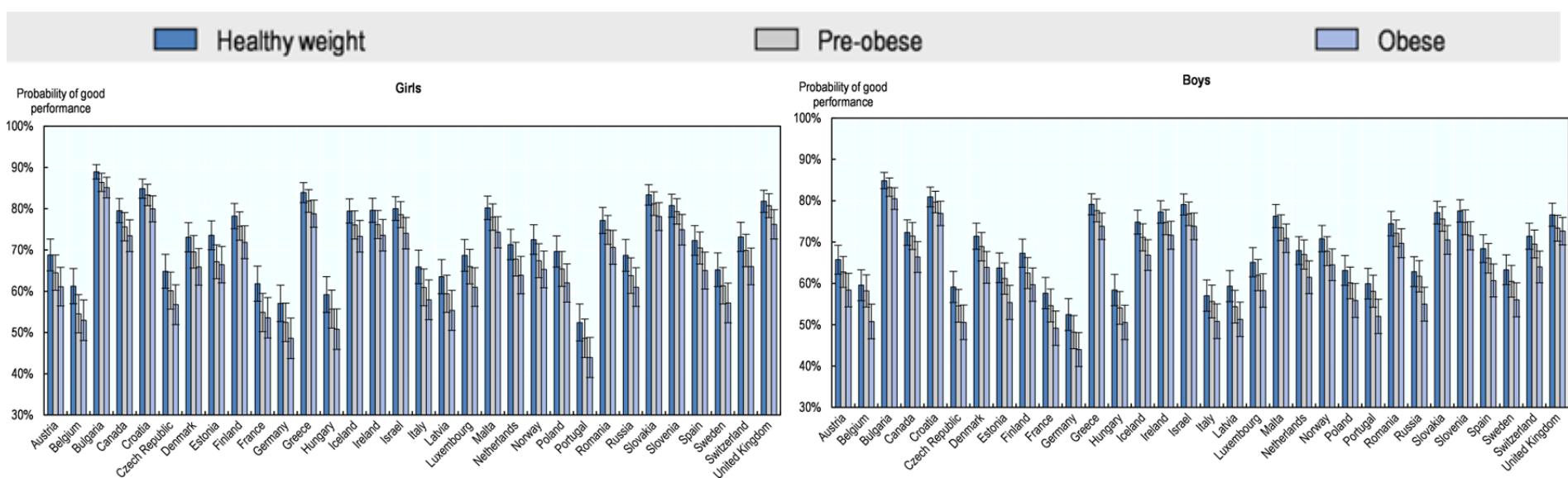
肥胖產生脂肪組織功能異常，會啟動促發炎脂肪激素分泌，經由血液循環，直接作用在心血管組織上，引發心血管疾病。抗發炎與促發炎脂肪激素(adipokine imbalance)失衡，同時也會影響到重要的代謝組織器官如肝臟、骨骼肌等的功能與微血管結構，引發胰島素阻抗，間接促進心血管疾病的發展 (Fuster et al., 2016)。



過度脂肪餵食(high fat diet)或肥胖，腦部星狀膠質細胞會增加放射狀結構數量與大小，增加與神經元及區域血管接觸的型態改變，因而增加對這些神經元突觸輸入訊息，也將血管血液循環中的物質輸入。這些活化的星狀膠質細胞同時也分泌激素與其他因子參與在神經元內活化發炎的訊號，**誘發腦部低程度慢性發炎，影響認知功能** (Argente-Arizón et al., 2015)

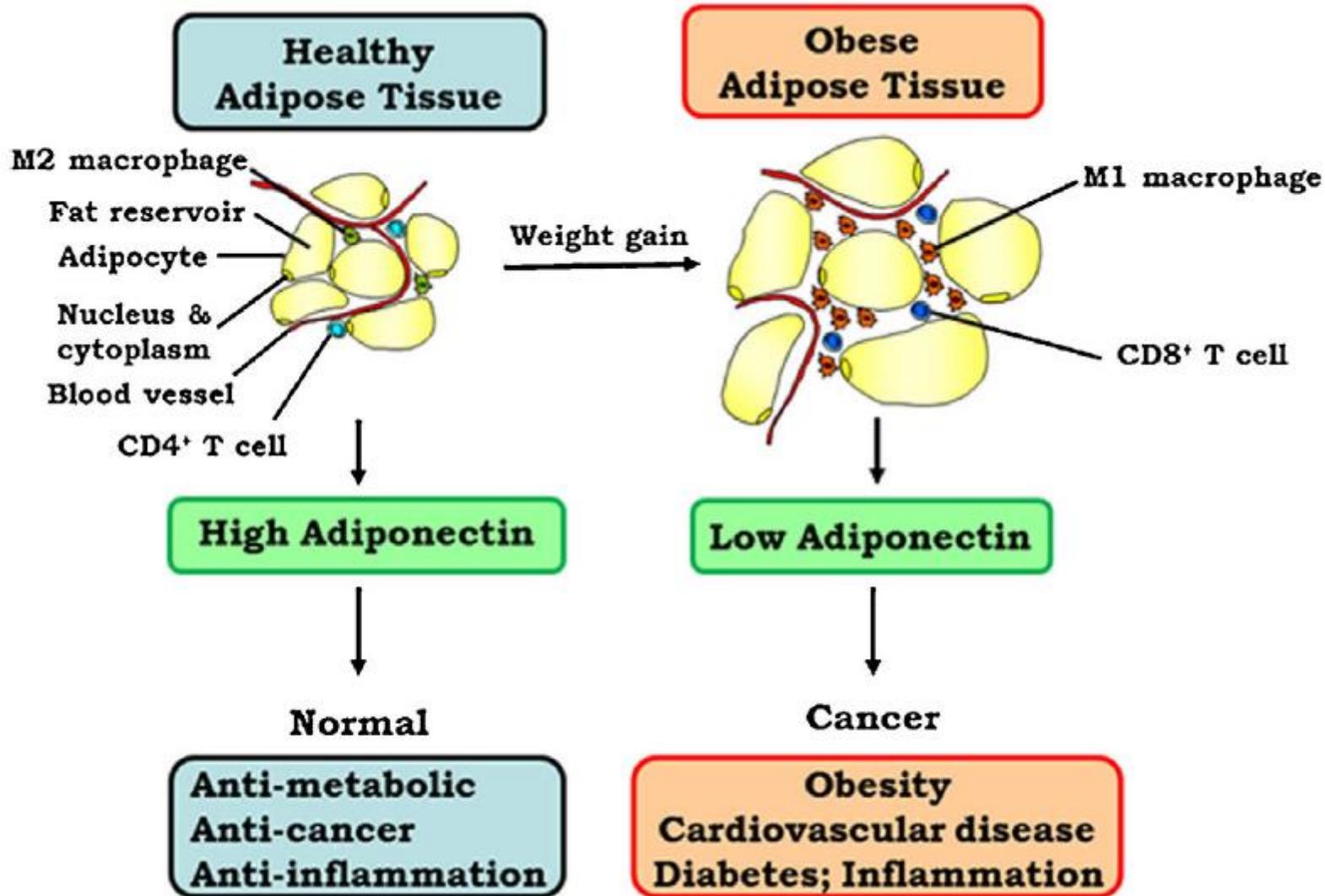


根據32個OECD國家的兒童進行的研究，肥胖兒童容易受到霸凌、缺課、學業成績表現較差、對生命滿意度低，長期追蹤分析，肥胖兒童也會影響到長大後學業表現與接受教育情形(OECD, 2019)。



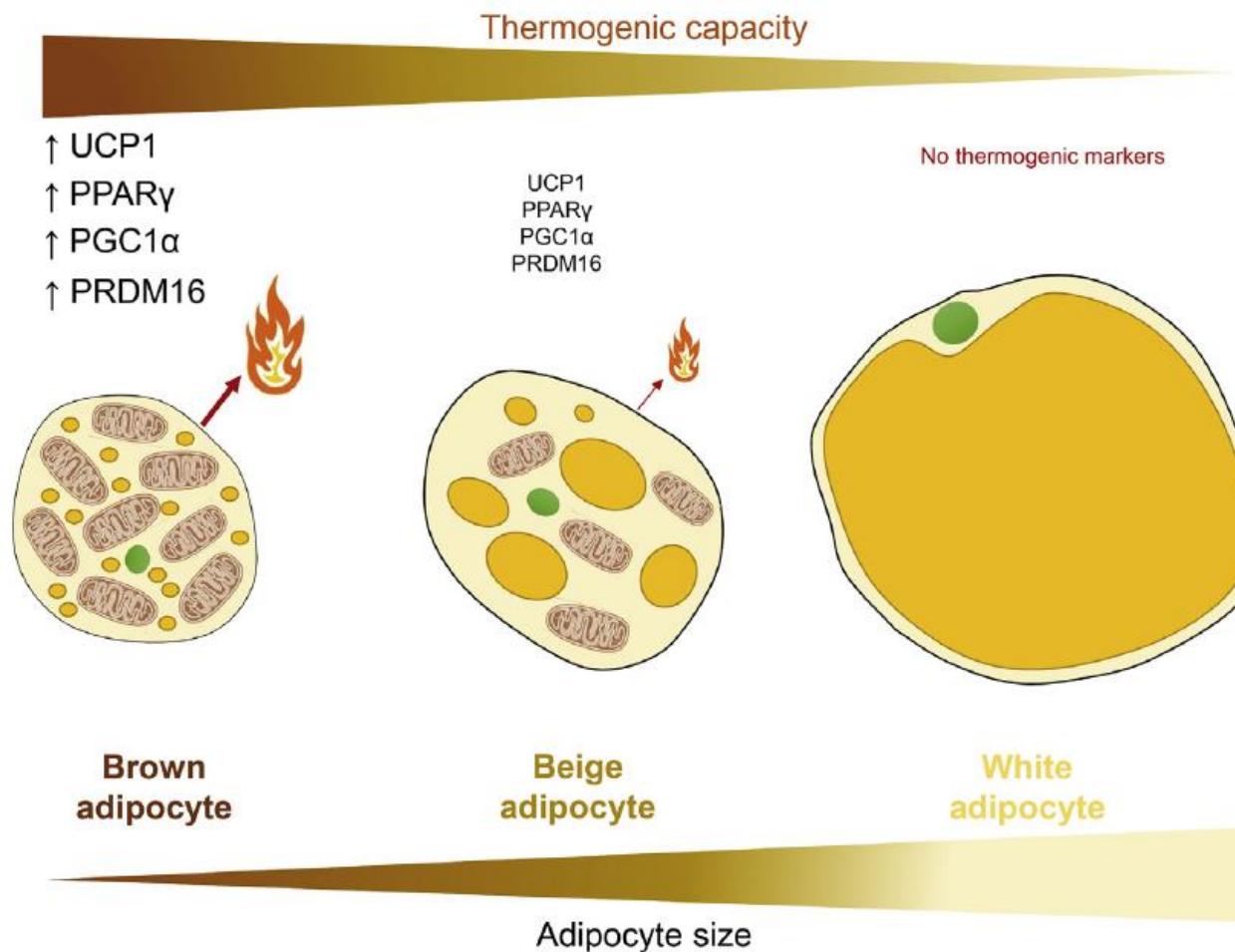
OECD (2019), The Heavy Burden of Obesity: The Economics of Prevention, OECD Health Policy Studies, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/67450d67-en>.

健康脂肪組織 VS 不健康脂肪組織

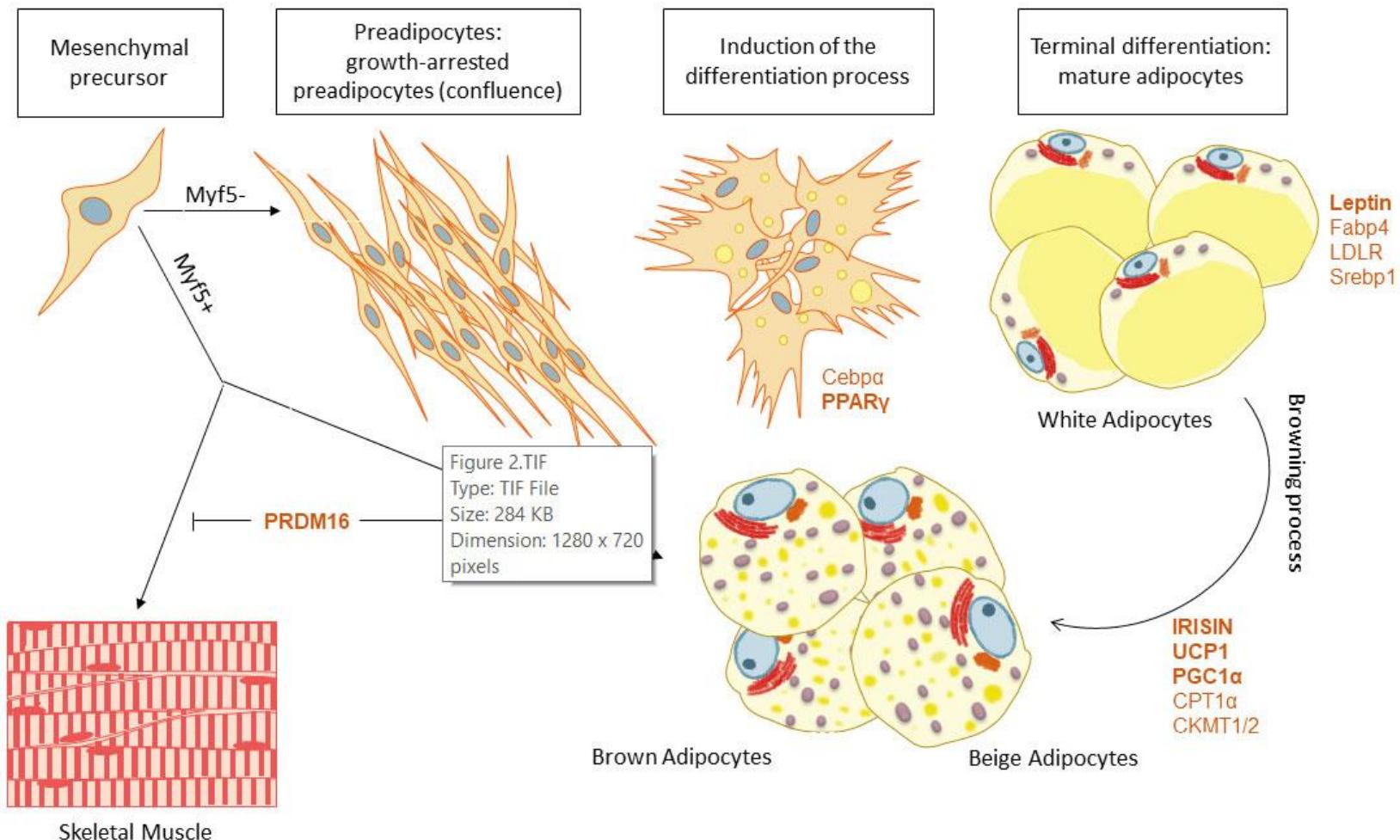


Nagaraju, G. P., Rajitha, B., Aliya, S., Kotipatruni, R. P., Madanraj, A. S., Hammond, A., ... Pattnaik, S. (2016). The role of adiponectin in obesity-associated female-specific carcinogenesis. *Cytokine & Growth Factor Reviews*, 31, 37–48. doi:10.1016/j.cytogfr.2016.03.014

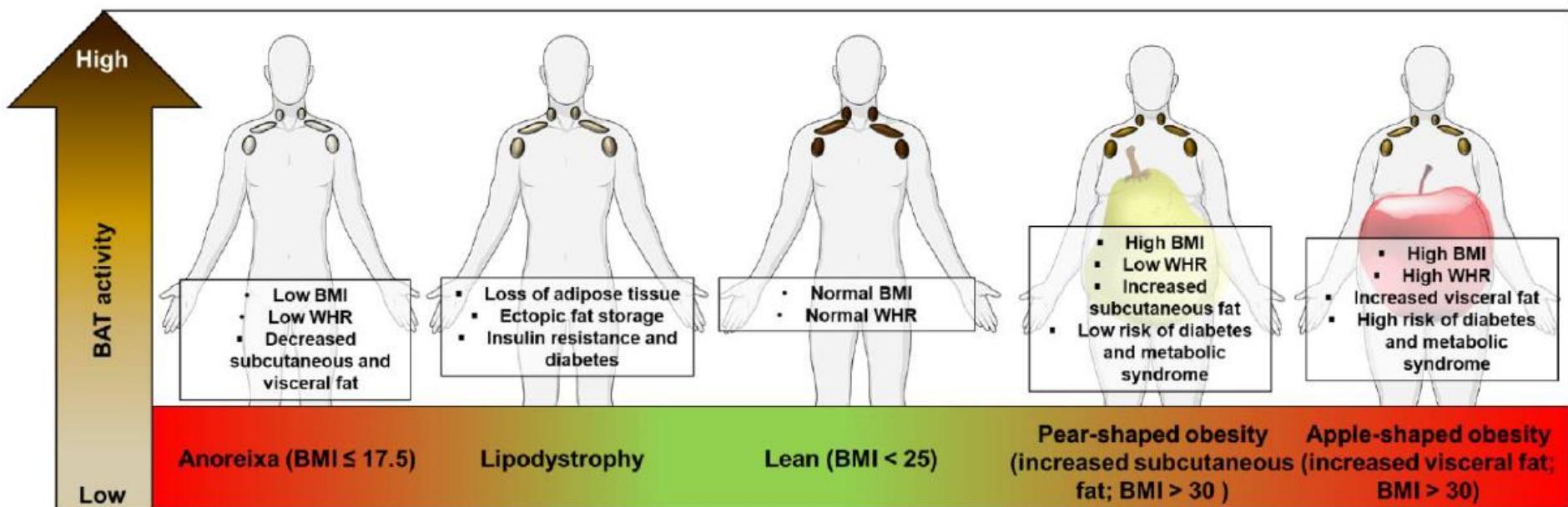
白色脂肪組織主要負責將能量以脂肪形式儲存起來，淡棕色與棕色脂肪組織主要負責產生非顫抖生熱作用(*non-shivering thermogenesis*)，製造熱能，維持體溫 (Contreras et al., 2016)



間葉幹細胞發展成棕色脂肪細胞、白色脂肪細胞與白色脂肪細胞棕色化過程(Reguero et al., 2021).

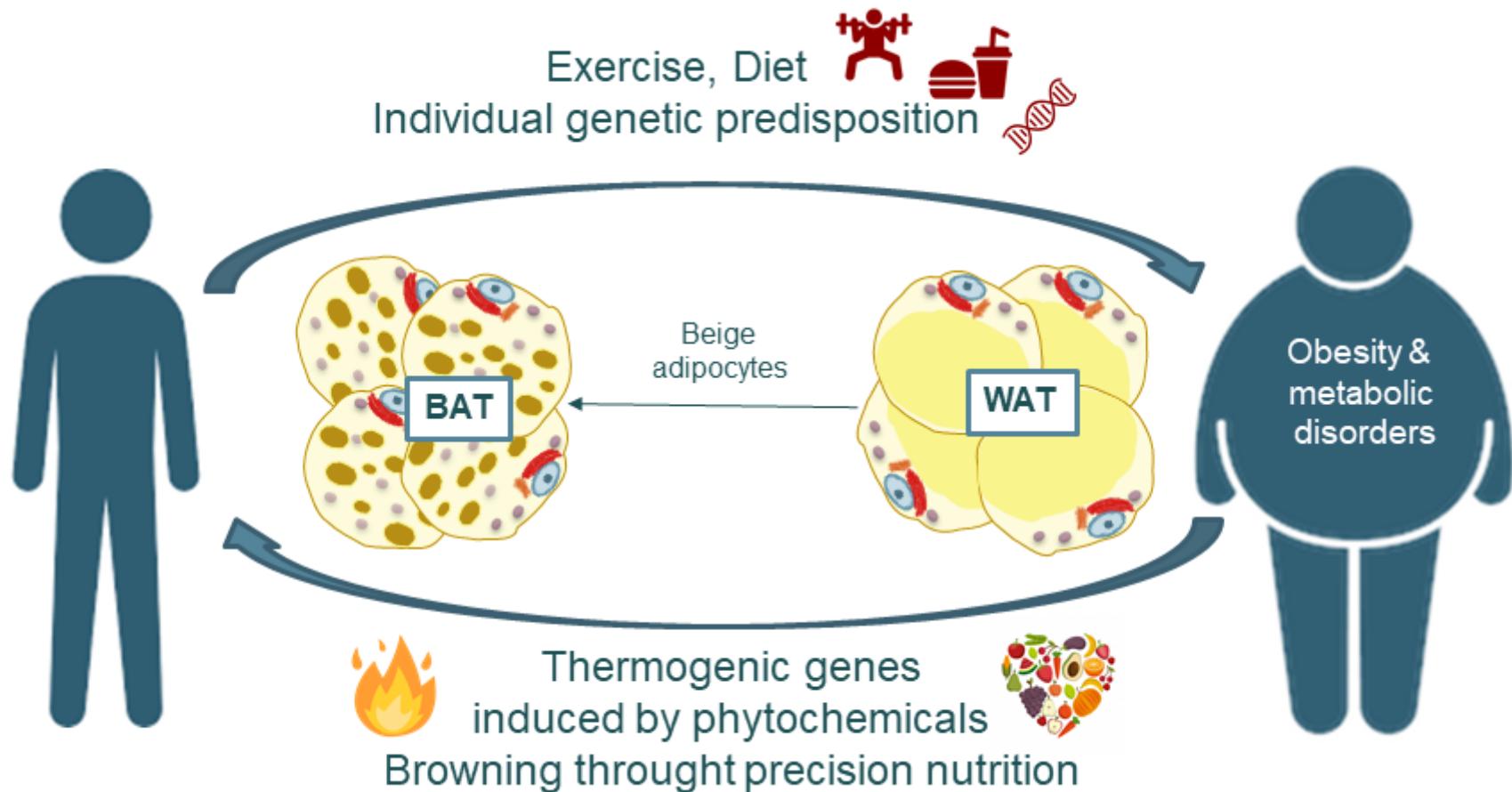


營養不良(undernutrition)過瘦、營養過剩肥胖與脂肪組織分布如蘋果型或梨子型，都會影響棕色脂肪組織功能與活性(Suchacki & Stimson, 2021)

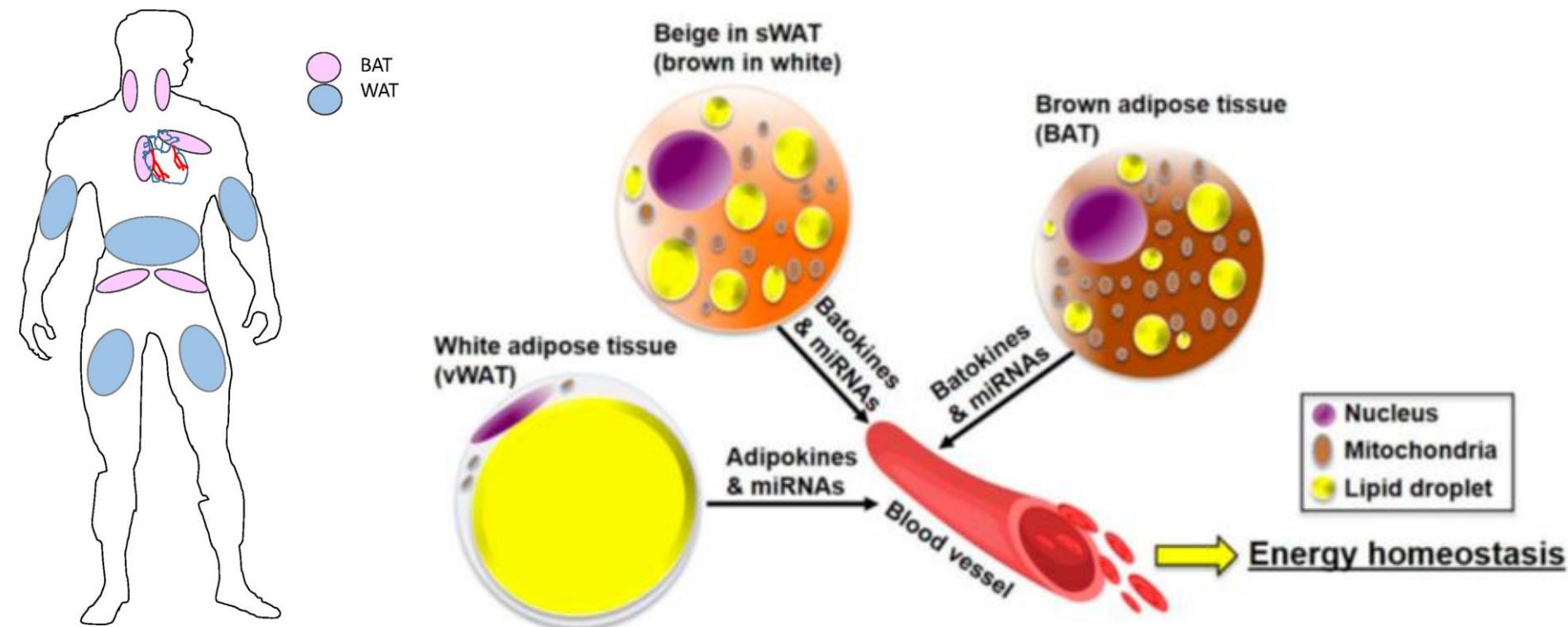


Suchacki, K.J.; Stimson, R.H. Nutritional Regulation of Human Brown Adipose Tissue. *Nutrients* 2021, 13, 1748.
<https://doi.org/10.3390/nu13061748>

棕色脂肪組織生熱燃燒脂肪，被視為對抗肥胖相關疾病之重要關鍵機制(Reguero et al., 2021).

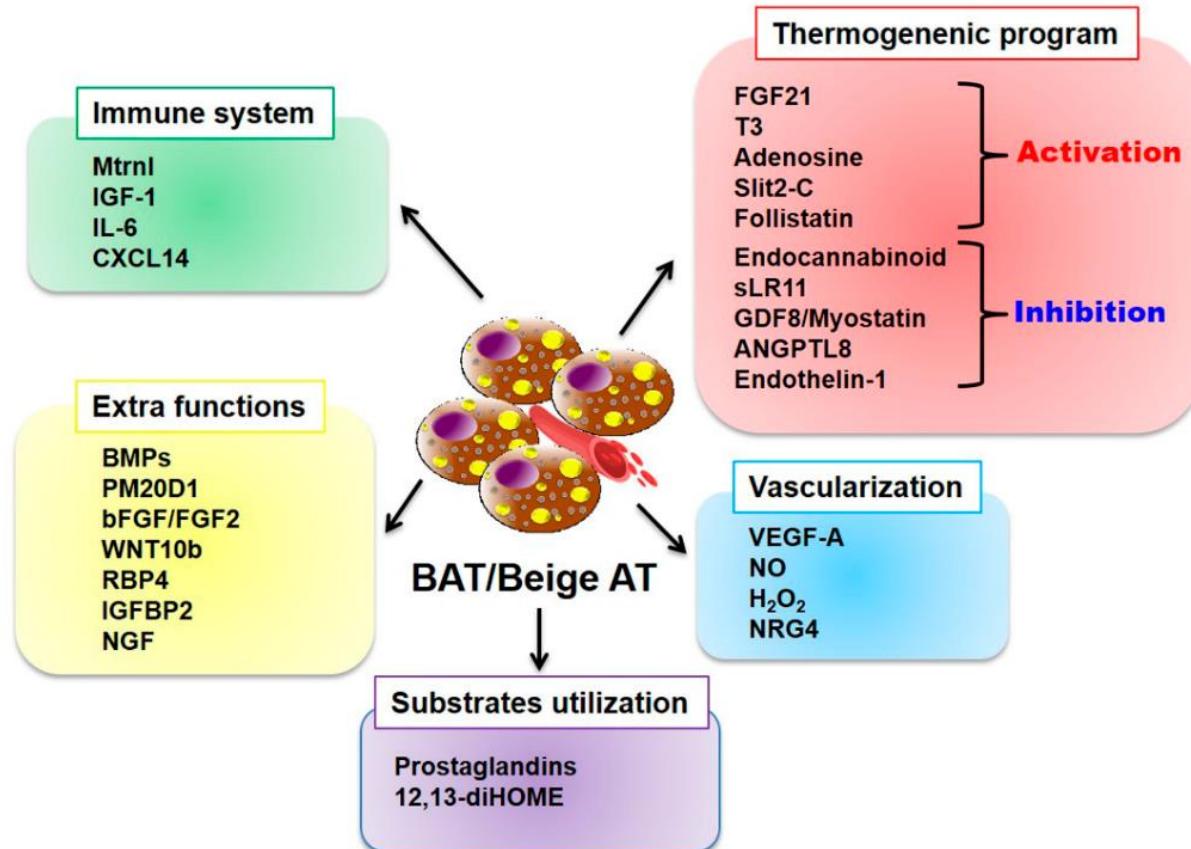


脂肪組織分為內臟白色脂肪組織、皮下白色脂肪組織與棕色脂肪組織，各自會分泌不同的脂肪激素(adipokines)、棕色脂肪激素，(batokines)與小分子核醣核酸(miRNAs)進入血液循環中。這些脂肪細胞衍生的因子有如荷爾蒙，調控腦部、肝臟、脂肪組織、肌肉與胰臟等組織器官的能量代謝(Jeremic et al., 2017; Lee et al., 2019)。

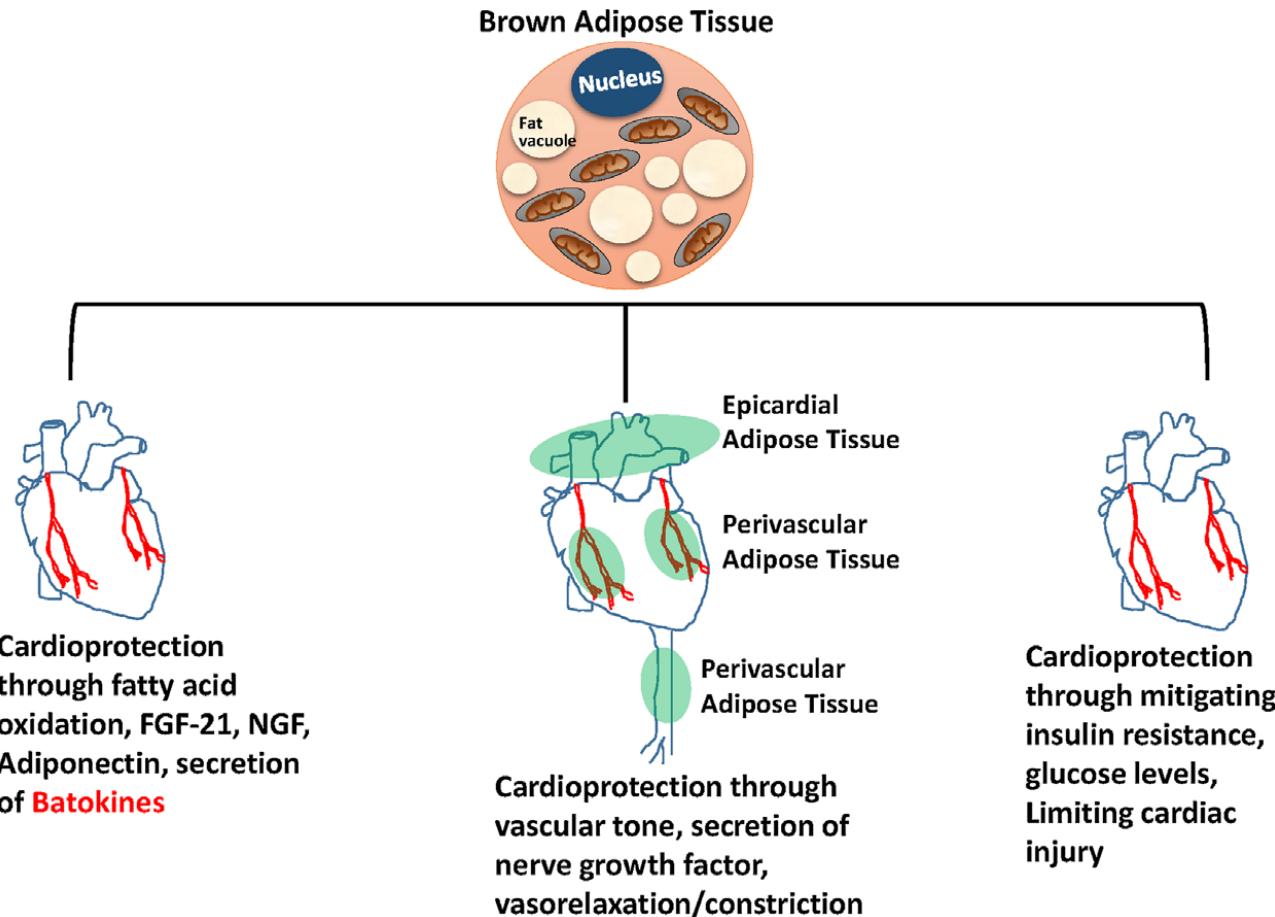


Jeremic, N., Chaturvedi, P., & Tyagi, S. C. (2017). Browning of White Fat: Novel Insight Into Factors, Mechanisms, and Therapeutics. *Journal of Cellular Physiology*, 232(1), 61–68. doi:10.1002/jcp.25450
 Lee, Lee, & Oh. (2019). Adipose Tissue-Derived Signatures for Obesity and Type 2 Diabetes: Adipokines, Batokines and MicroRNAs. *Journal of Clinical Medicine*, 8(6), 854. doi:10.3390/jcm8060854

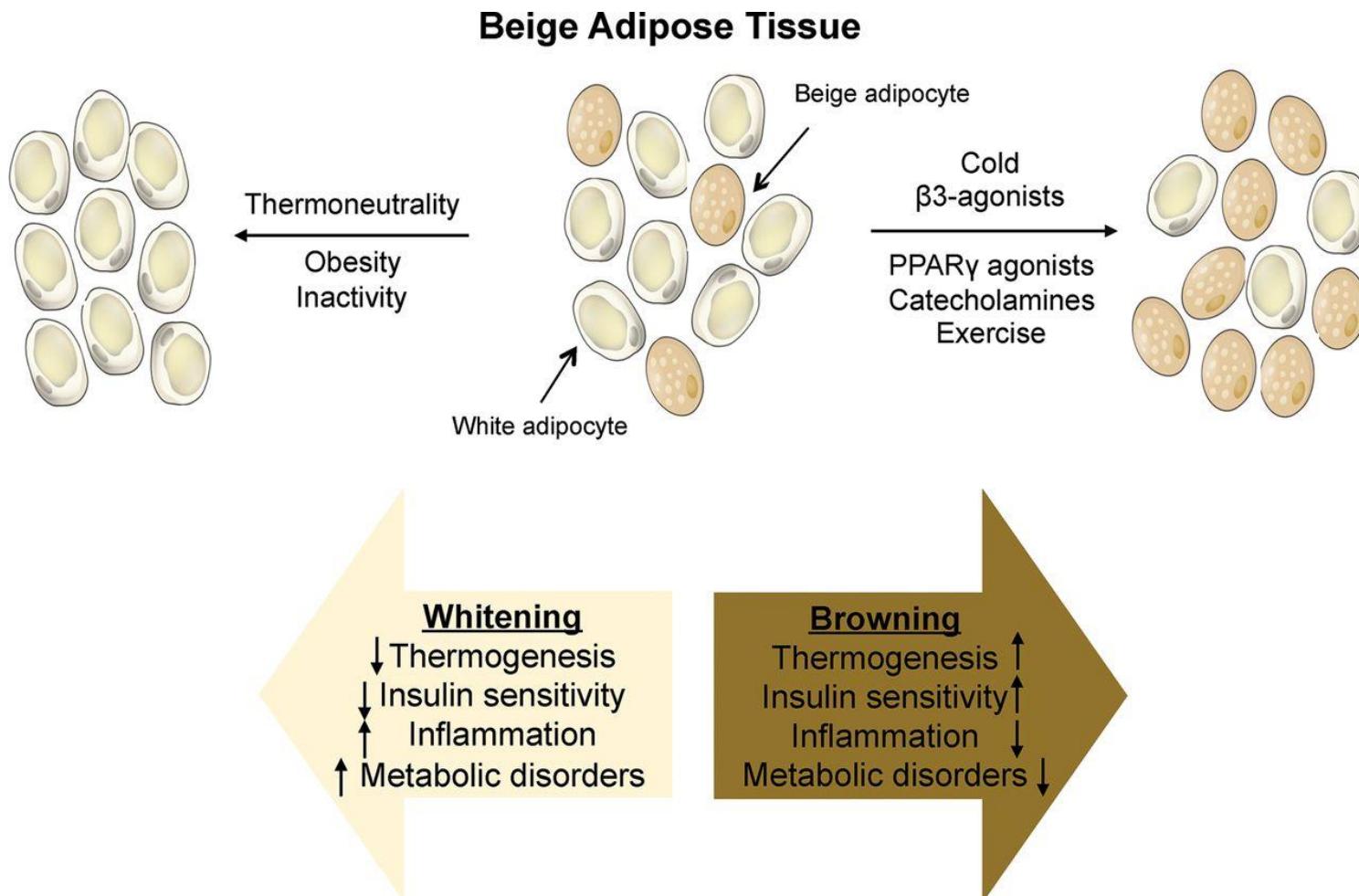
棕色脂肪激素(batokines) 從棕色脂肪組織與但棕色脂肪組織分泌出來，對熱能生成活性、免疫活性、血管結構、物質利用與其他功能的調控，都產生重要的作用 (Lee et al., 2019) 。



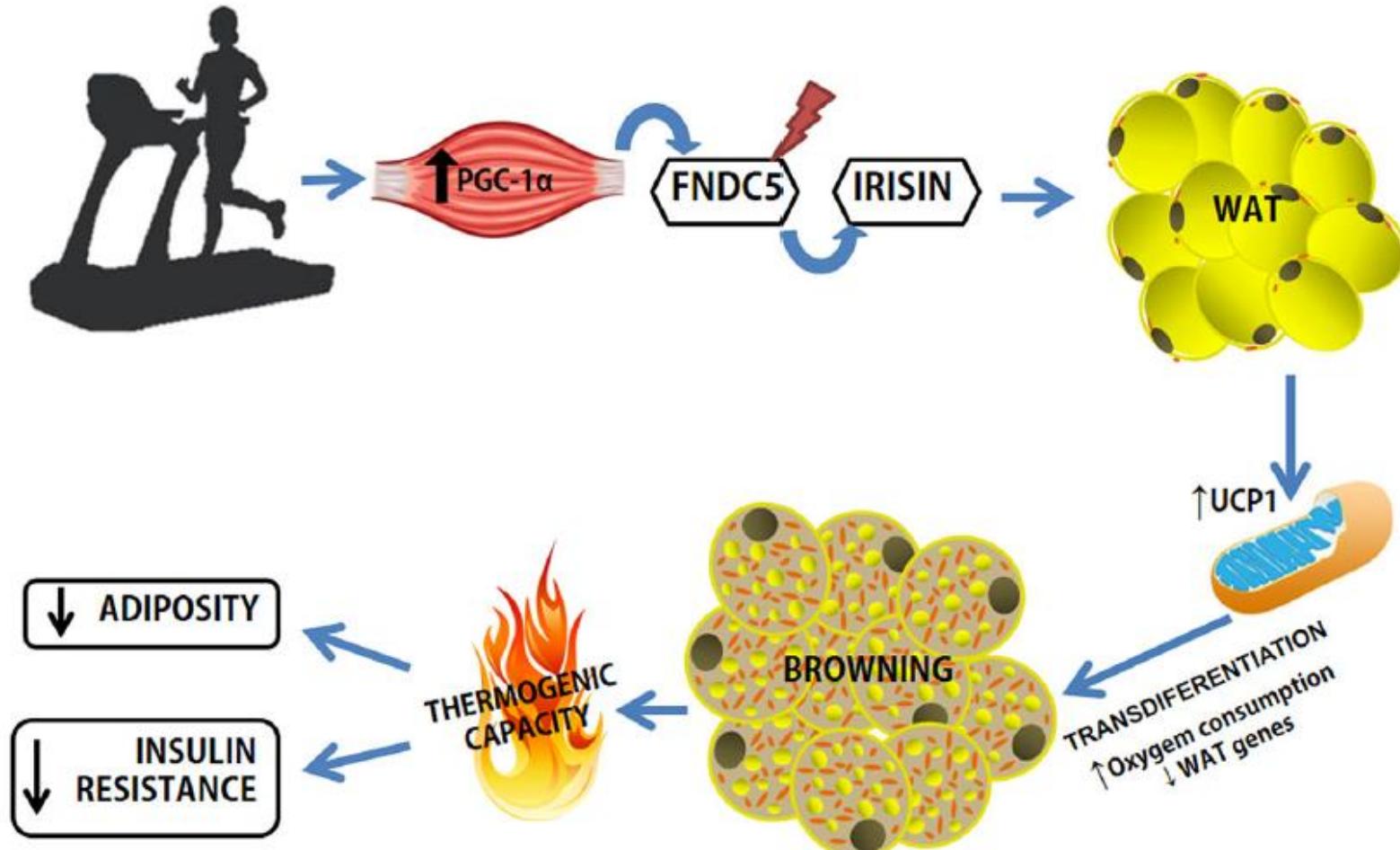
棕色脂肪組織經由下列3個路徑產生保護心臟的作用：(1) 分泌類棕色脂肪激素(batokines like) FGF21、脂聯素(adiponectin)、神經生長因子、游離脂肪酸氧化；(2)包附在心臟外與血管外棕色脂肪組織分泌血管舒張/收縮因子，維護血管張力；(3)降低三酸甘油脂濃度、減緩胰島素阻抗與心臟傷害 (Jeremic et al., 2017)。



白色脂肪組織會棕色化 淡棕色或棕色脂肪組織也會白色化

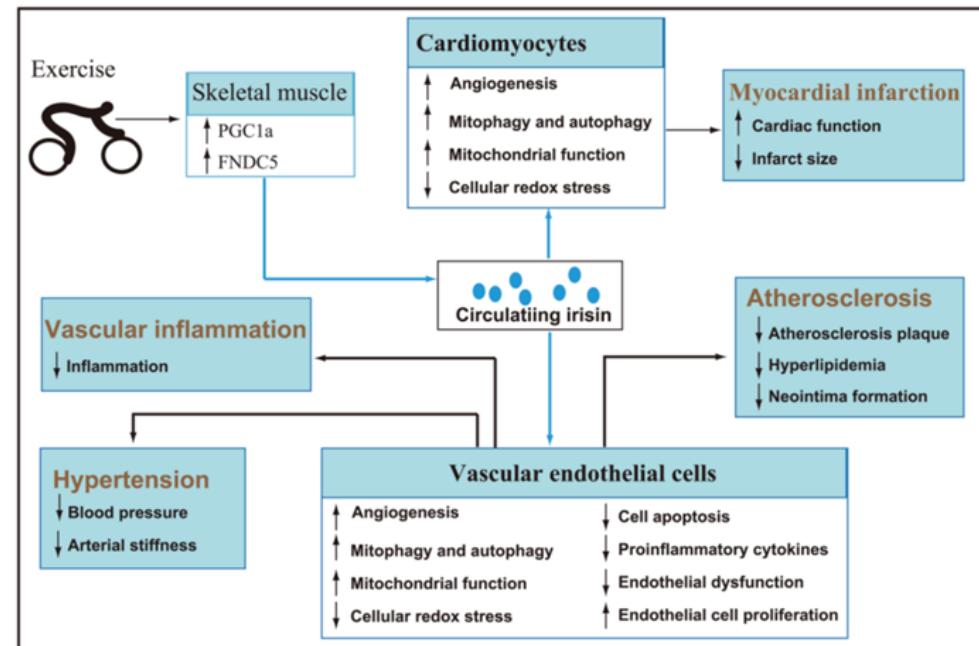
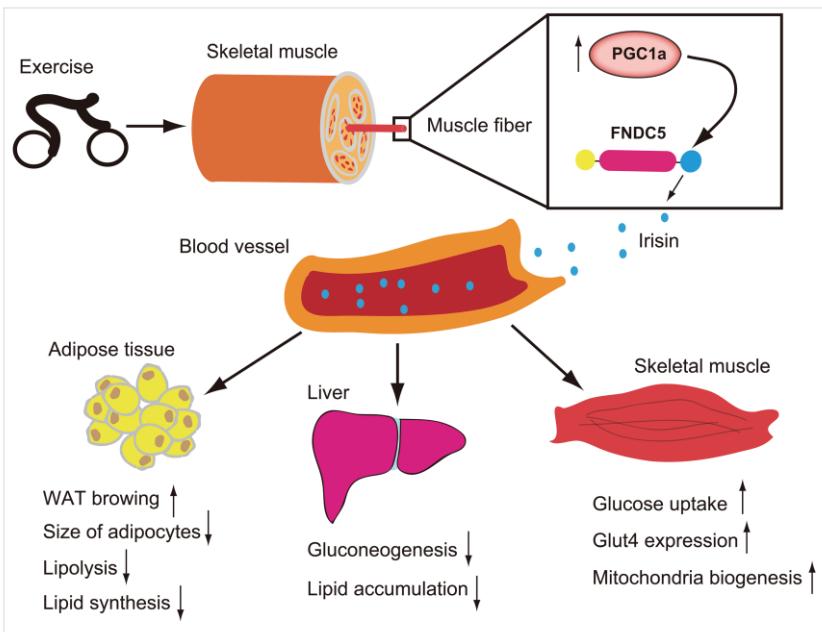


運動誘導肌肉分泌肌肉激素鳶尾素“Myokine” “Irisin”，將白色脂肪棕色化 (Leal et al., 2018)



Leal, L. G., Lopes, M. A., & Batista, M. L. (2018). Physical Exercise-Induced Myokines and Muscle-Adipose Tissue Crosstalk: A Review of Current Knowledge and the Implications for Health and Metabolic Diseases. *Frontiers in Physiology*, 9. doi:10.3389/fphys.2018.01307

運動誘導肌肉PCG1 α 蛋白表現製造鳶尾素(irisin) (blue ball, line)，鳶尾素進入血液循環中，參與骨骼肌、肝臟、脂肪組織的脂質與葡萄糖代謝調控。同時鳶尾素促進血管生成、細胞自噬、血管內皮細胞增殖、提升粒線體功能、抑制氧化壓力、細胞凋亡、發炎與血管內皮細胞功能異常，對改善高血壓、心肌梗塞、血管粥狀硬化與血管發炎扮演著重要角色 (Ma et al., 2021)



運動中肌肉分泌的多個肌肉激素會提升皮下白色脂肪組織棕色化與代謝活性
(Stanford & Goodyear, 2018).



Proposed myokines
affecting scWAT:

Irisin

Metrnl
BAIBA

Mstn

FGF-21

Lactate

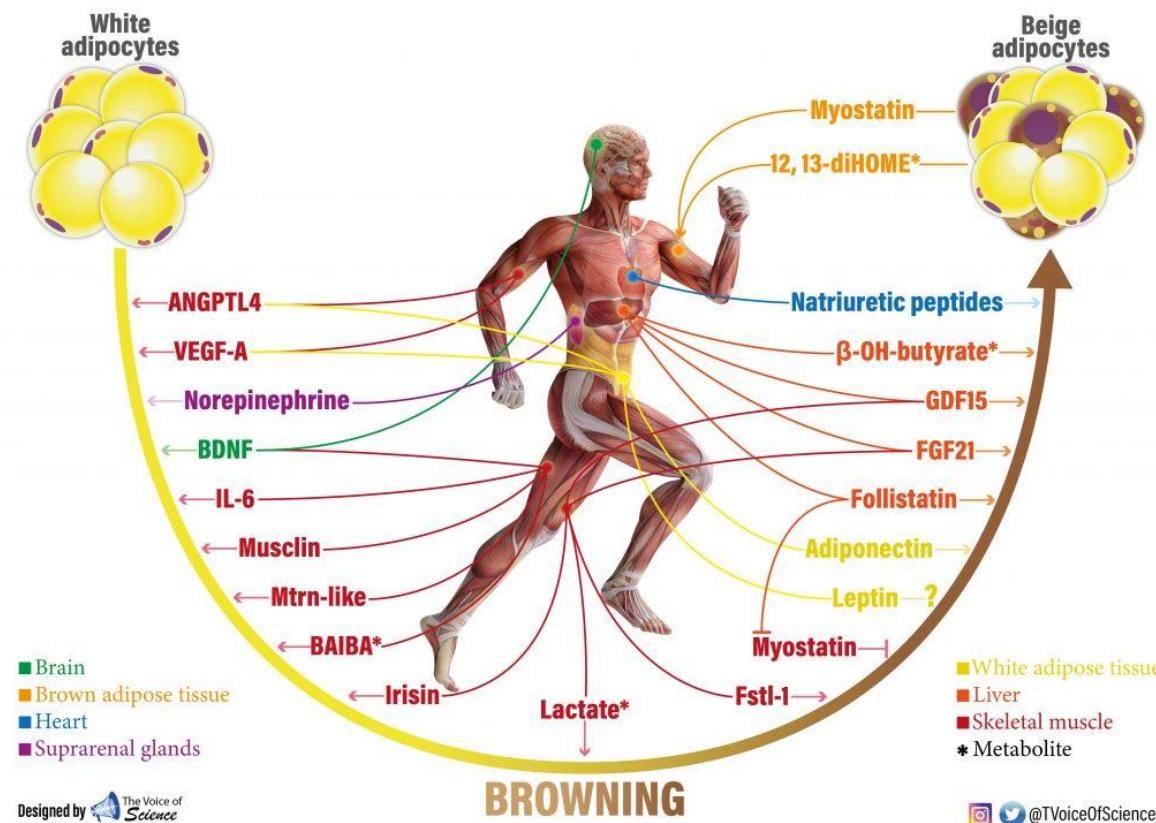
Myonectin



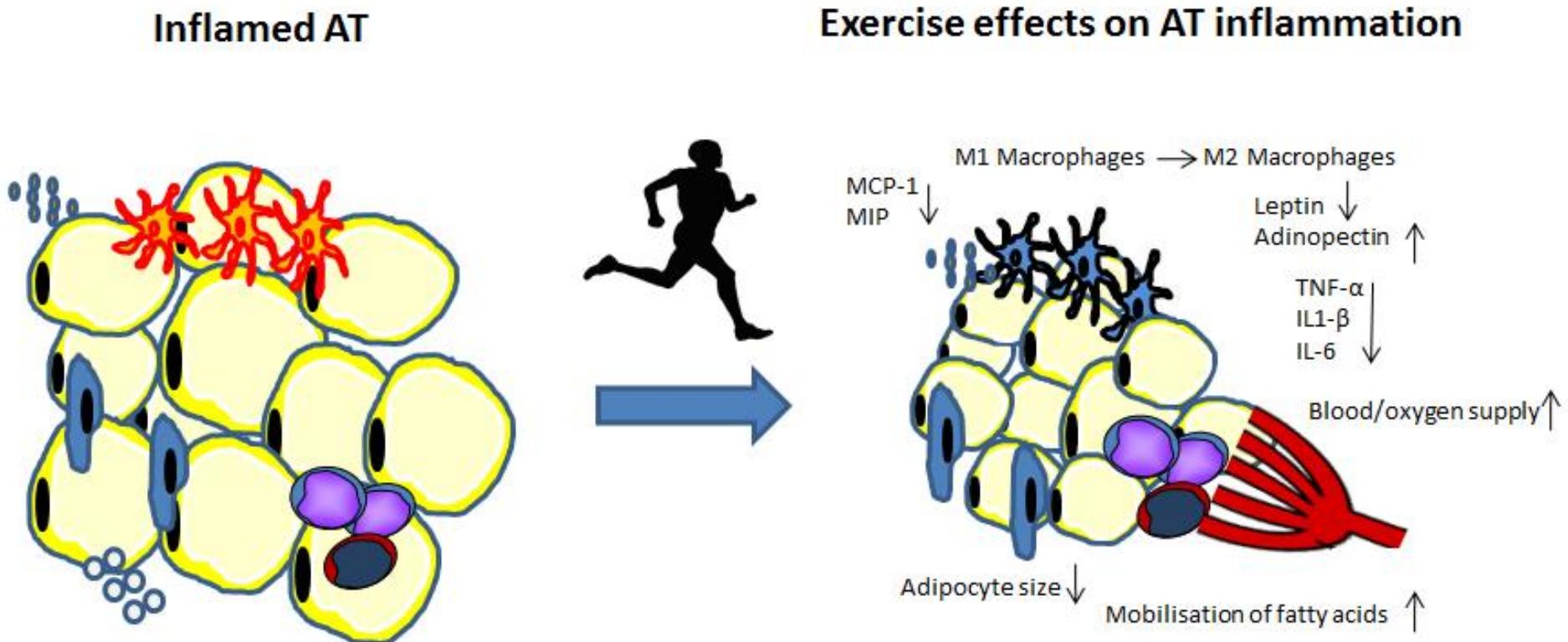
Improved
metabolic
activity

Stanford, K. I., & Goodyear, L. J. (2018). Muscle-Adipose Tissue Cross Talk. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8(8), a029801. doi:10.1101/cshperspect.a029801

人體內分泌機制連結運動與棕色脂肪組織代謝、白色脂肪組織棕色化。運動中身體各不同器官組織(心臟、腦神經、肝臟、肌肉、脂肪組織)會分泌具有調控棕色脂肪組織代謝功能與白色脂肪組織棕色化的分子，其中包括蛋白質荷爾蒙與代謝物質。棕色與淡棕色脂肪組織同時也會在運動中分泌訊號因子影響骨骼肌代謝運作 (Mendez-Gutierrez et al., 2020)。

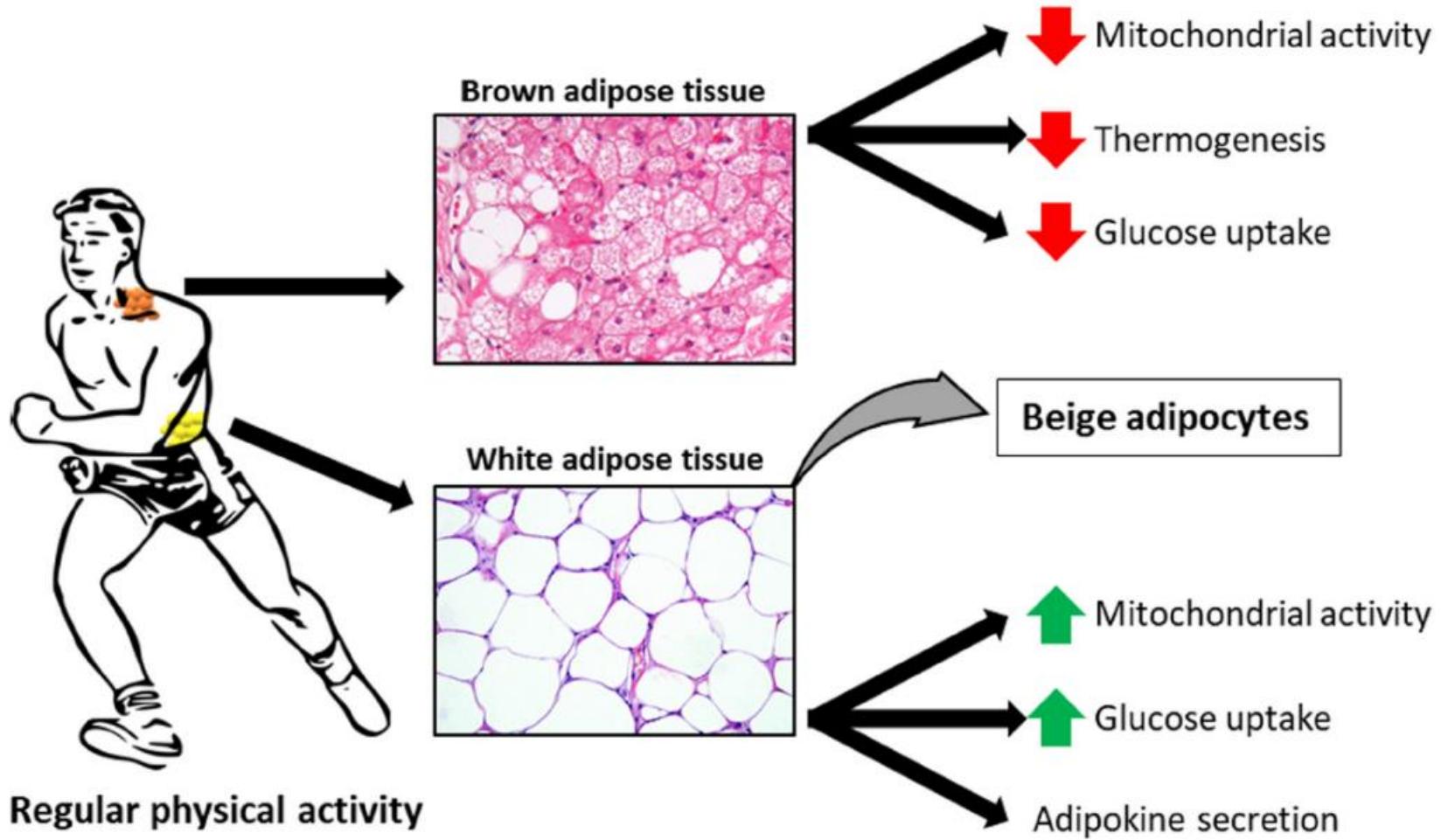


運動訓練對發炎的皮下與內臟脂肪組織具有減小脂肪細胞體積、降低促發炎脂肪激素的分泌 (Krüger, 2017).

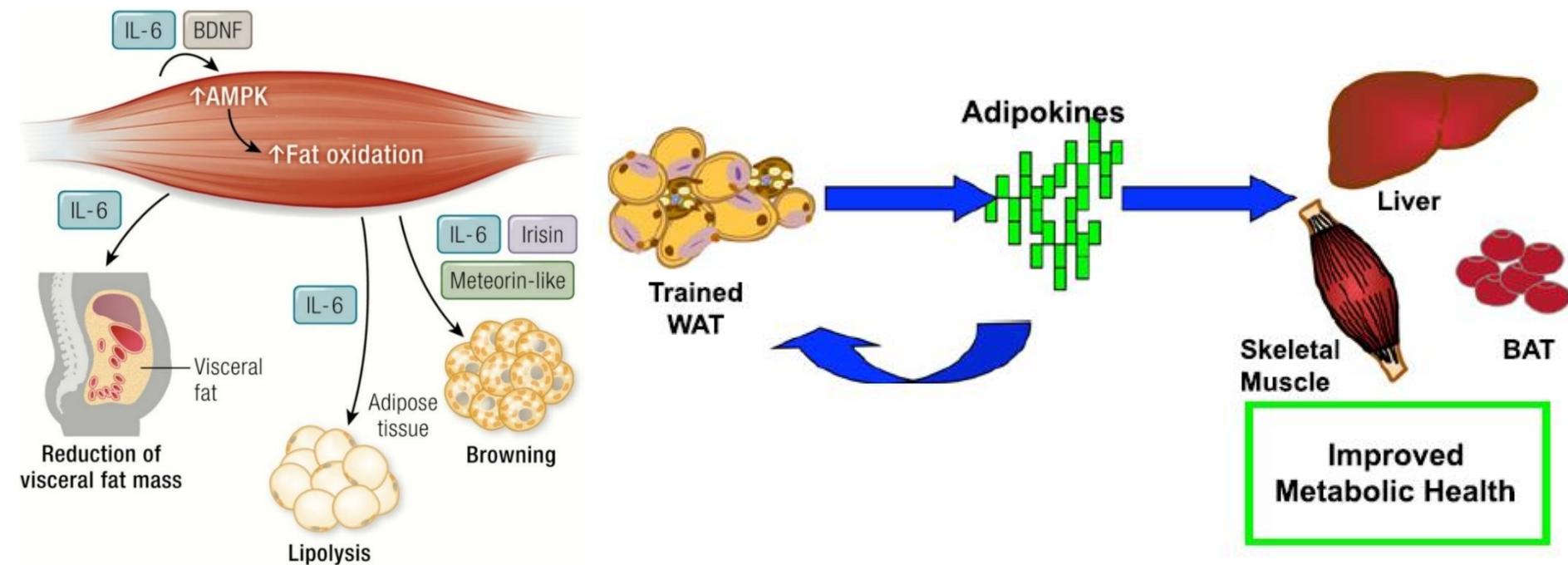


Krüger K. (2017). Inflammation during Obesity –Pathophysiological Concepts and Effects of Physical Activity. Dtsch Z Sportmed, 68: 163-169. Doi: 10.5960/dzsm.2017.285

棕色、淡棕色與白色脂肪組織應運動刺激會產生不同的反應 (Mika et al., 2019)。

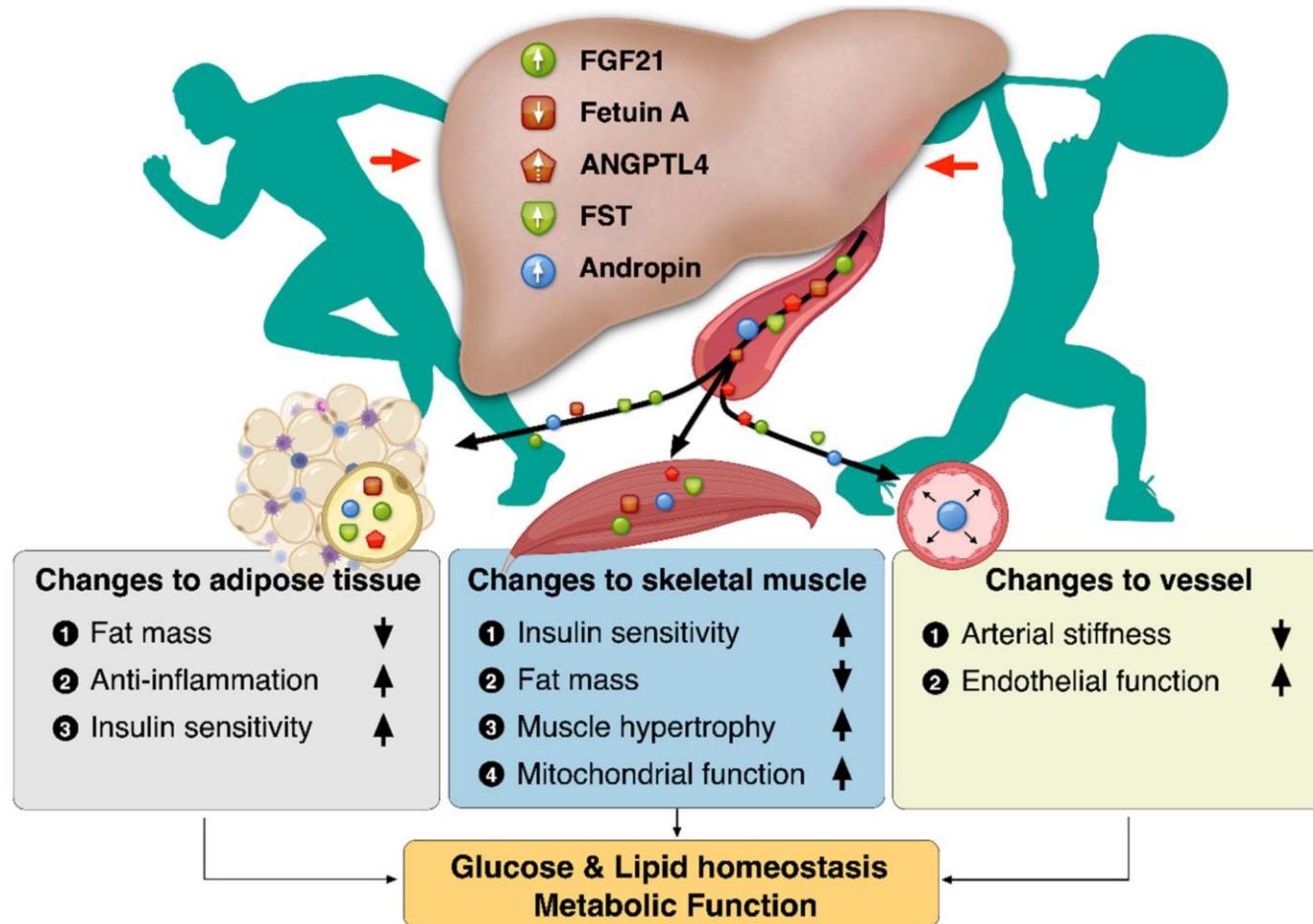


運動中肌肉分泌的IL-6會刺激脂肪分解、降低內臟脂肪量；鳶尾素、meteoriin-like與IL-6將白色脂肪組織棕色化；IL-6與BDNF刺激AMPK活化。運動訓練改變脂肪激素分泌，影響肝臟、肌肉、棕色脂肪組織與自己本身，提升全身代謝功能(Severinsen et al., 2020; Stanford et al., 2015)。

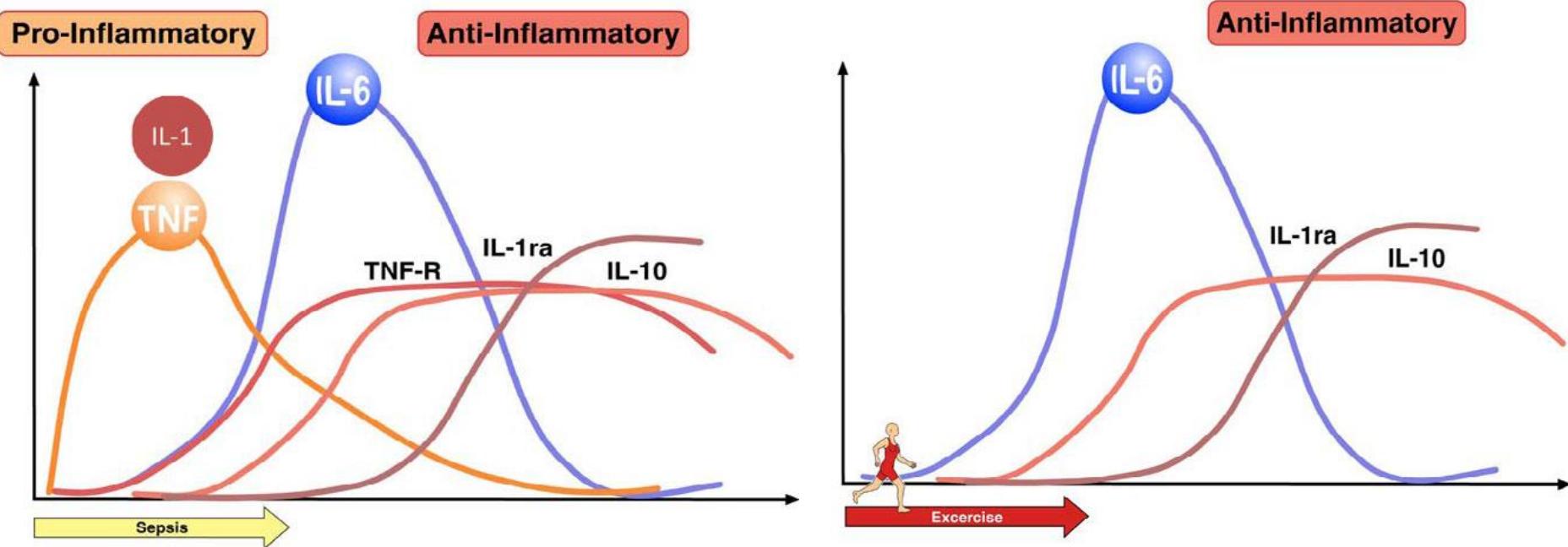


Severinsen, M. C. K. & Pedersen, B. K. (2020). Muscle-organ crosstalk: the emerging roles of myokines. *Endocrine Reviews*, bnaa016, <https://doi.org/10.1210/endrev/bnaa016>. Published May 11, 2020. Kristin I. Stanford, Roeland J.W. Middelbeek, and Laurie J. Goodyear. (2015). Exercise Effects on White Adipose Tissue: Beiging and Metabolic Adaptations. *Diabetes*, 64, 2361–2368 | DOI: 10.2337/db15-0227

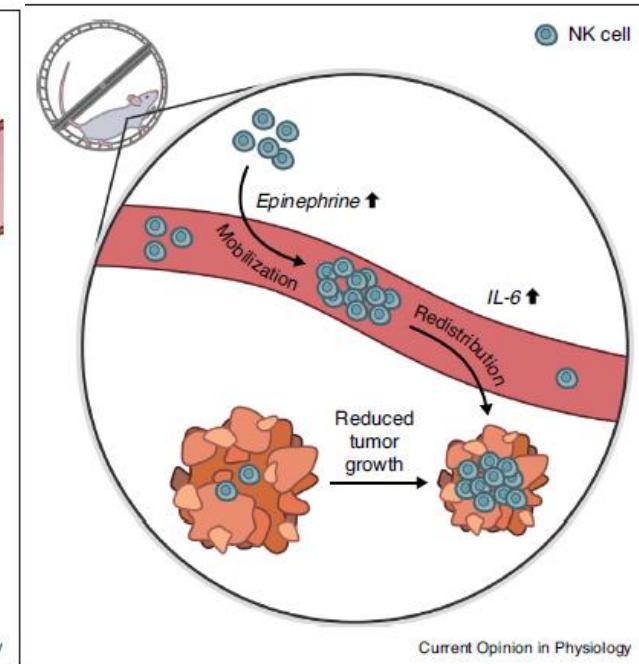
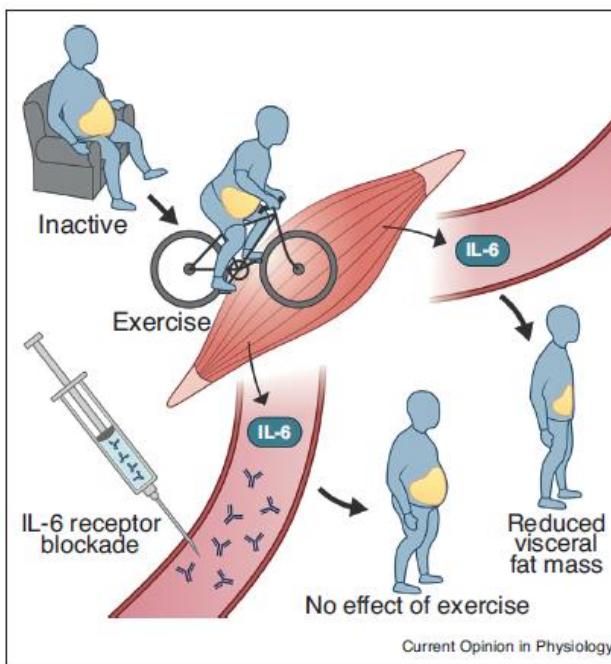
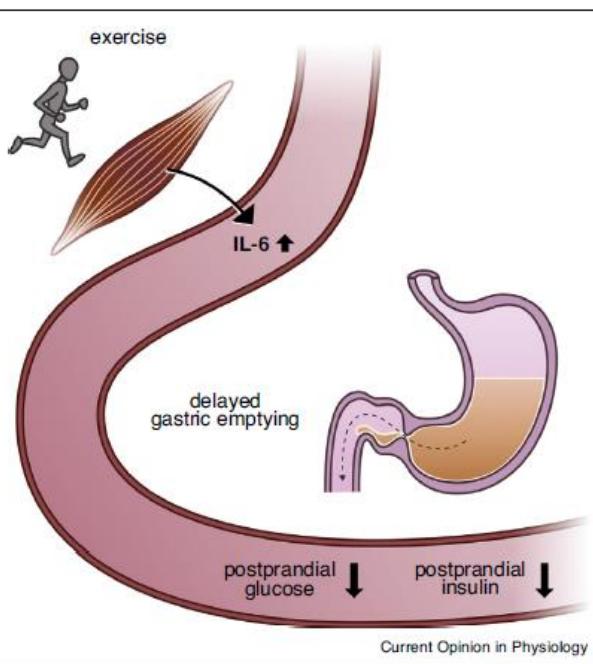
運動中的肝臟分泌的肝臟激素(hepatokines)，也會改變脂肪、肌肉糖與脂質的恆定與代謝功能，並降低血管硬化與提升血管內皮細胞功能(Seo et al., 2021)



敗血症(sepsis)會顯著快速增加血液循環的中 TNF 與 IL-1 β ，接著 IL-6 會快速增加。運動時會增加 IL-6，但不會先增加 TNF 與 IL-1 β ，因而產生抗發炎作用 (Pedersen, 2017).

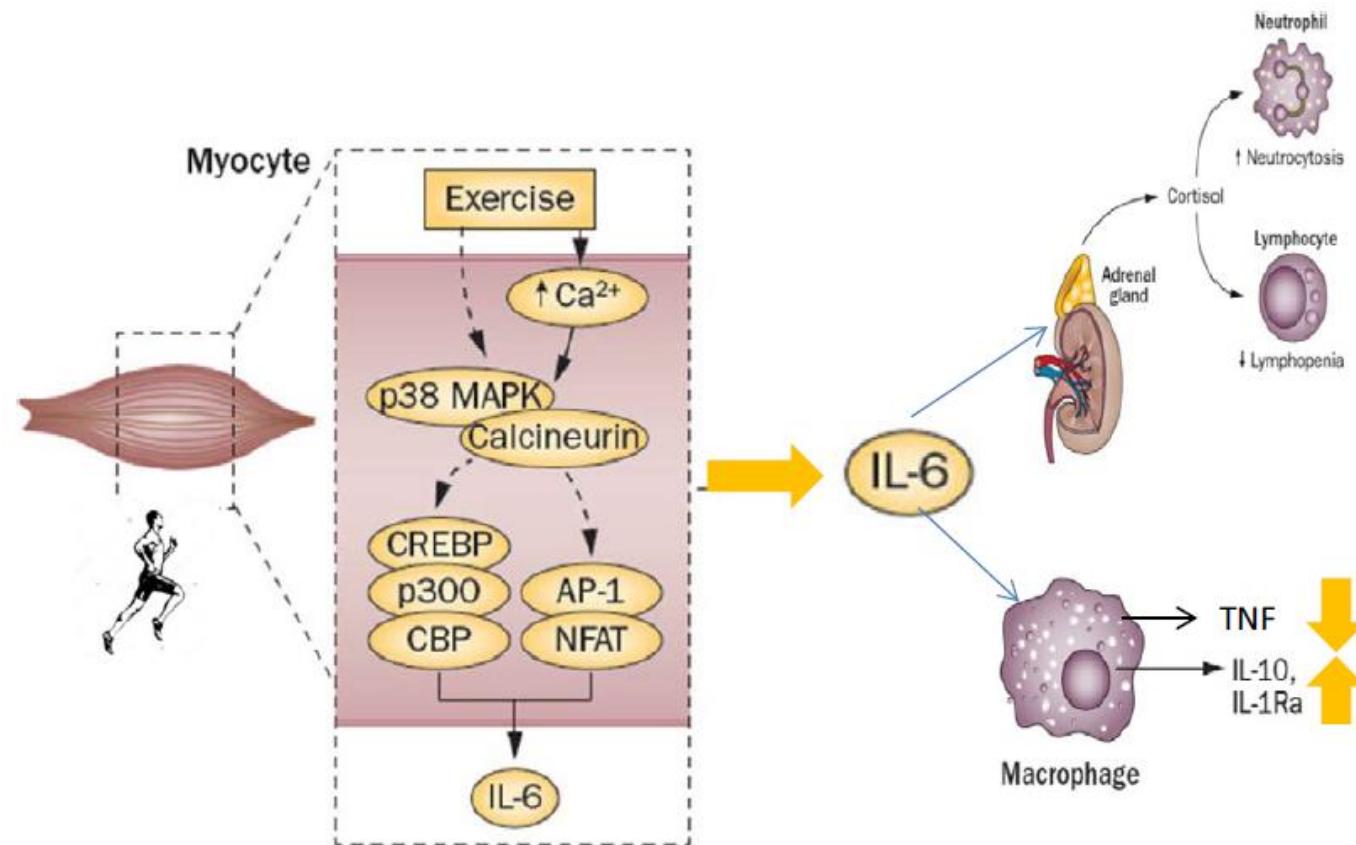


骨骼肌運動時分泌的肌肉激素IL-6(第一個被發現的肌肉激素)會延遲胃排空、降低飯後血糖、胰島素、減少內臟脂肪組織、動員並分配自然殺手細胞抑制腫瘤發展等多種功能(Ellingsgaard et al., 2019)。

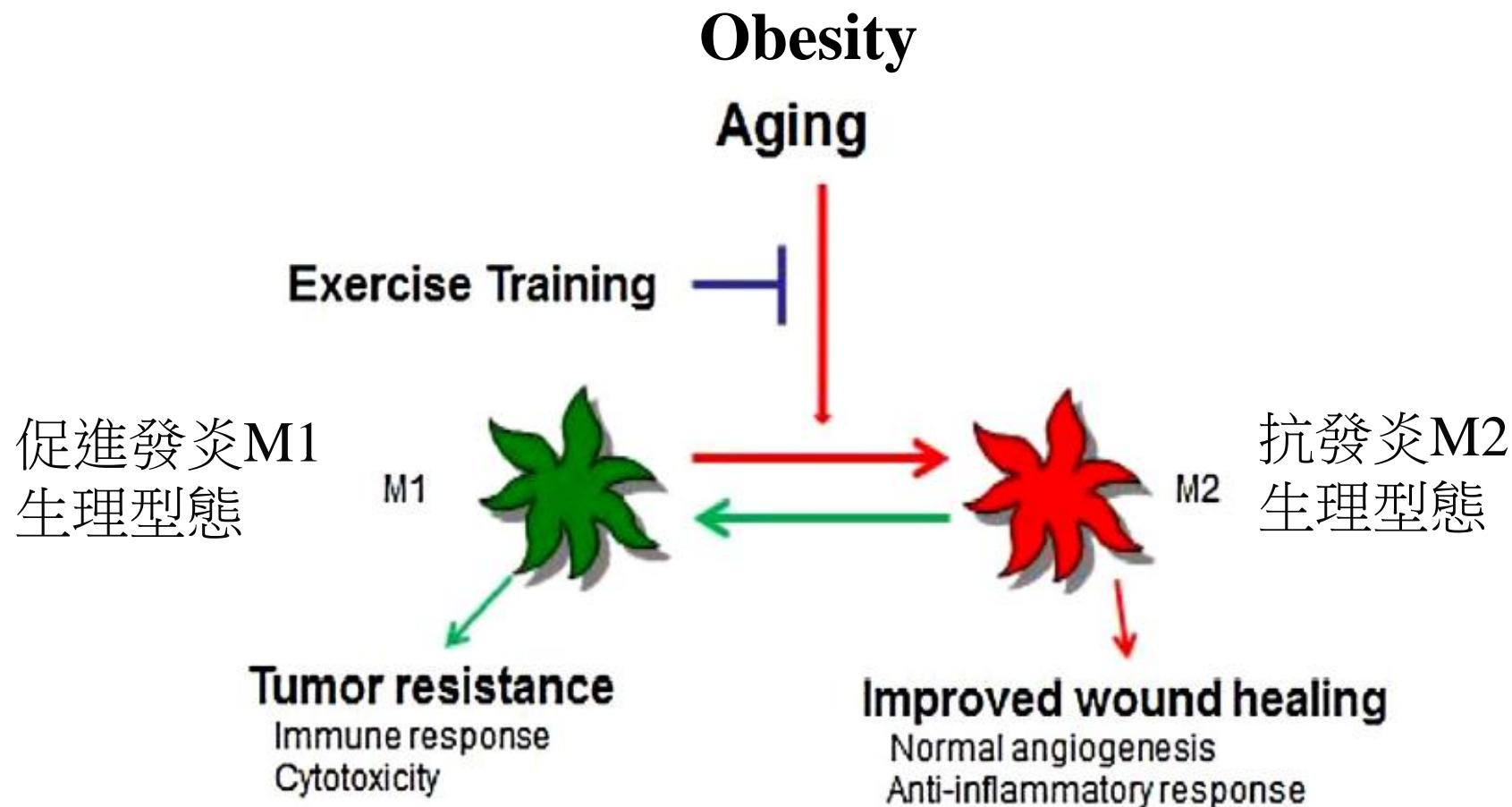


Ellingsgaard, H., Hojman, P., & Klarlund Pedersen, B. (2019). Exercise and Health – emerging roles of IL-6. *Current Opinion in Physiology*. 10:49–54. doi:10.1016/j.cophys.2019.03.009

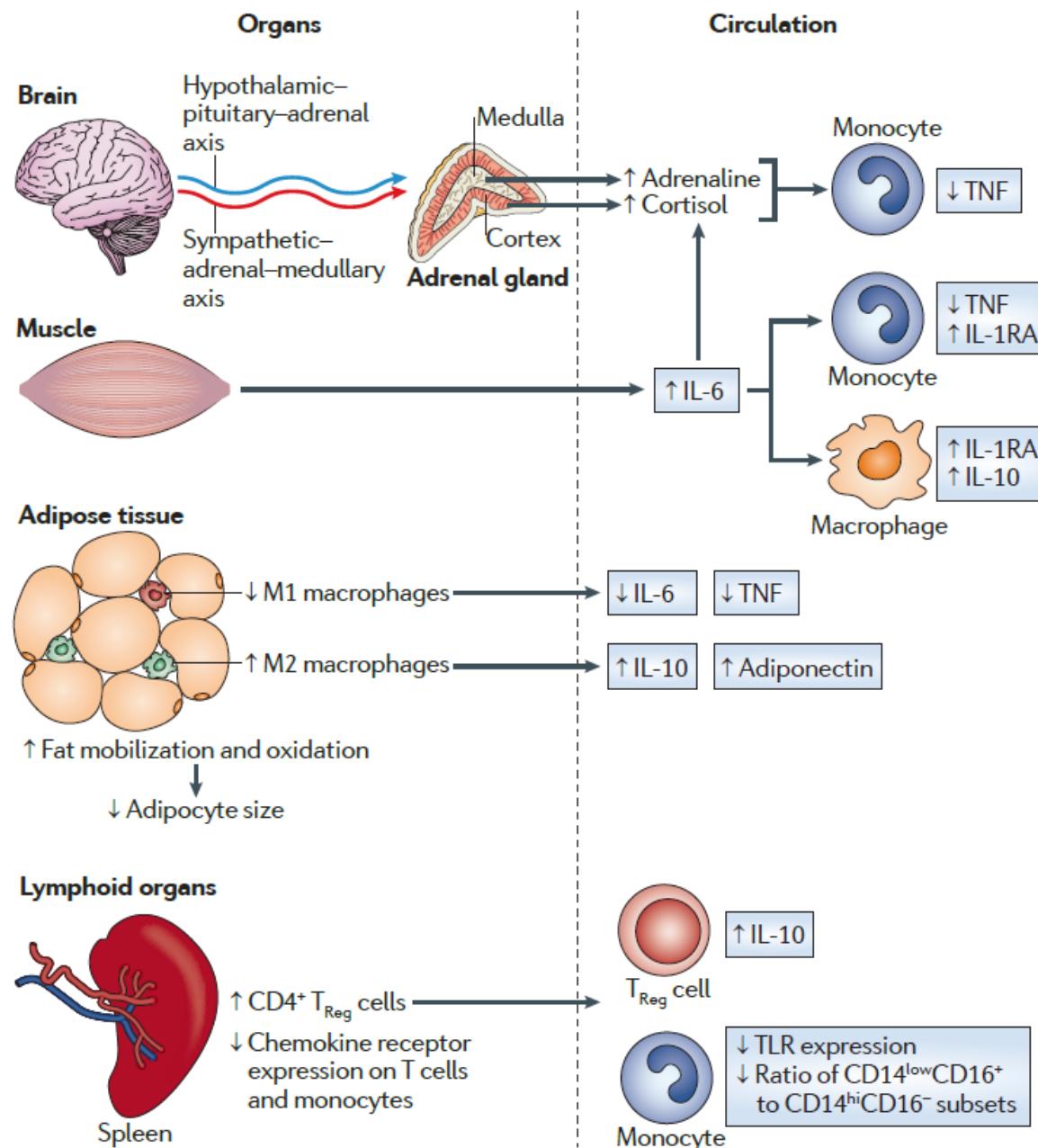
IL-6抑制巨噬細胞分泌TNF，同時刺激巨噬細胞分泌抗發炎激素IL-1Ra and IL-10，並刺激腎上腺分泌cortisol，增加嗜中性白血球、降低淋巴細胞數量(neutrocytosis and lymphopenia) (Pedersen, 2017).



運動訓練可以恢復組織內巨噬細胞M1、M2功能可塑性(macrophage plasticity)(Goh & Ladiges, 2014)。

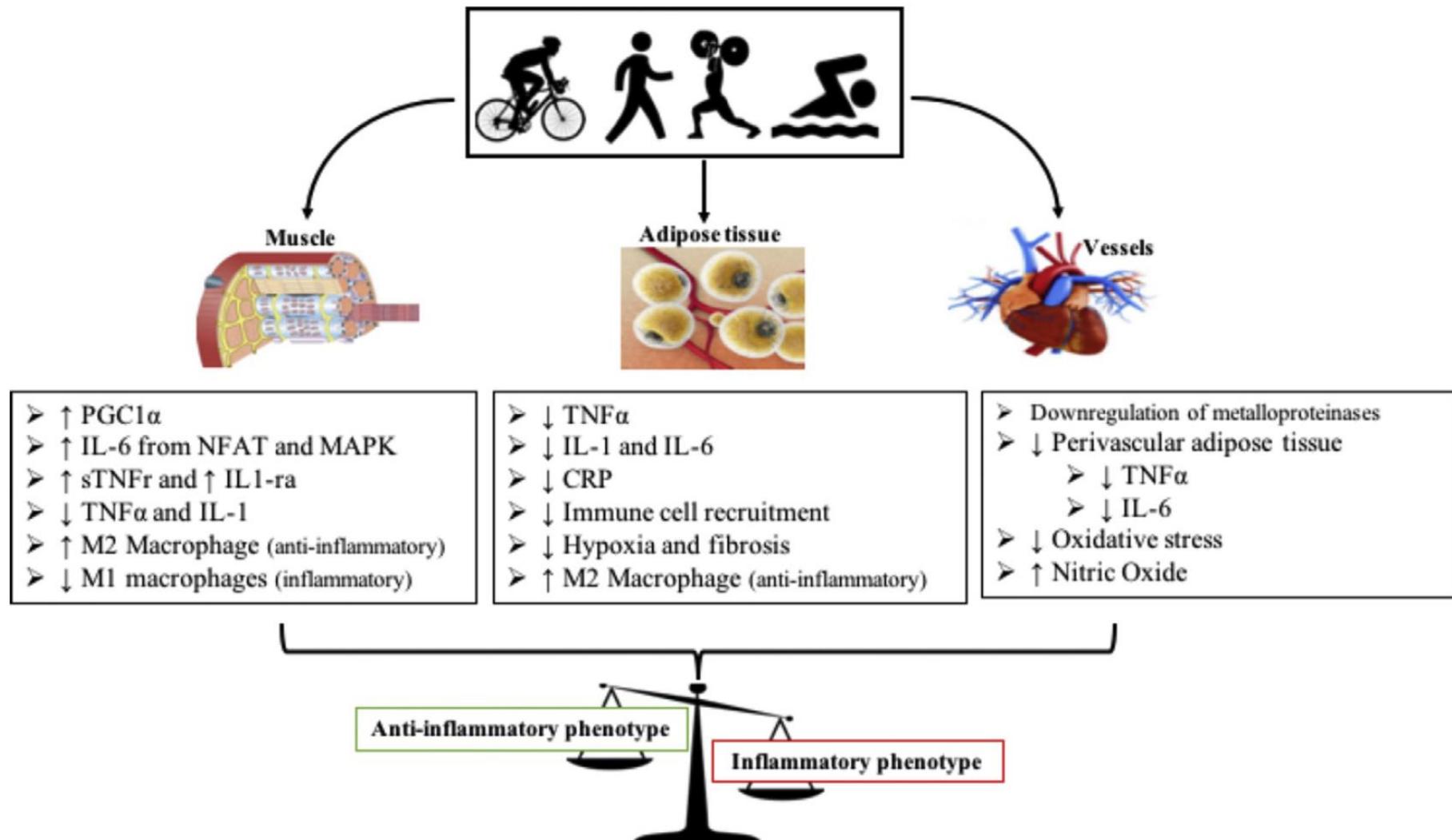


Goh, J., & Ladiges, W. C. (2014). Exercise enhances wound healing and prevents cancer progression during aging by targeting macrophage polarity. *Mechanisms of Ageing and Development*, 139, 41–48. doi:10.1016/j.mad.2014.06.004



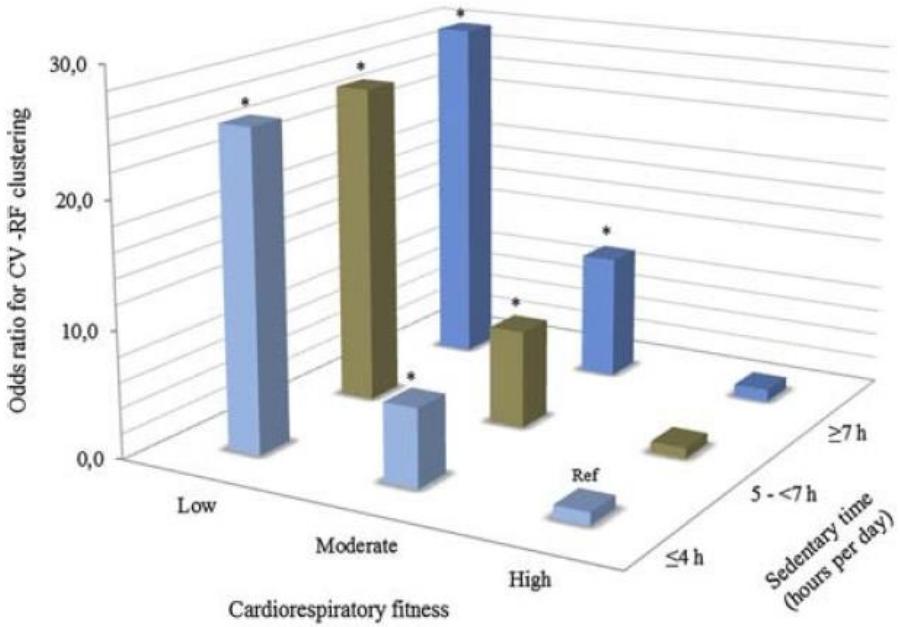
Gleeson, M., Bishop, N. C., Stensel, D. J., Lindley, M. R., Mastana, S. S., & Nimmo, M. A. (2011). The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nature Reviews Immunology*, 11(9), 607–615.
doi:10.1038/nri3041

運動促進身體多種組織抗發炎的生理型態(anti-inflammatory phenotype)(Metsios et al., 2020).

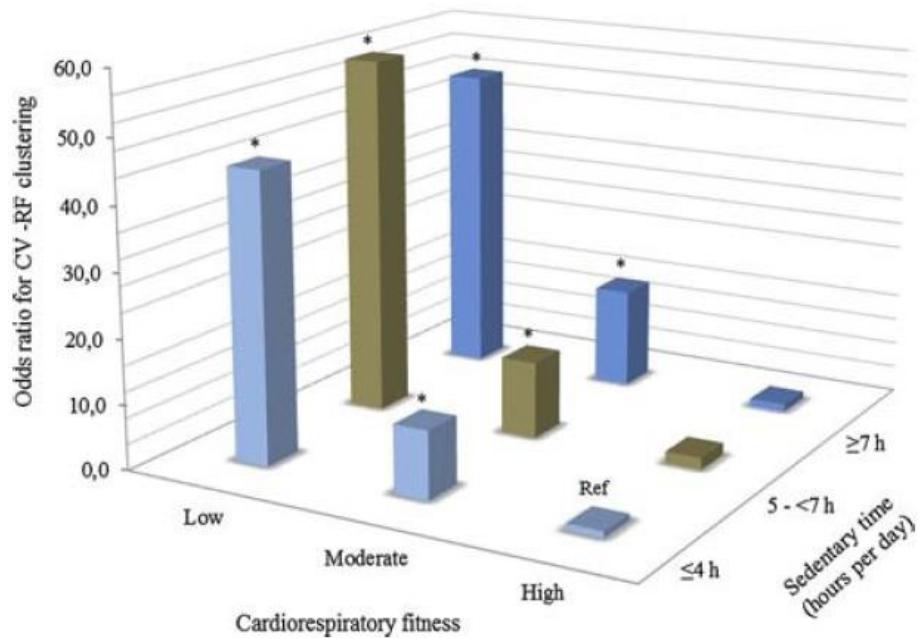


12,274男性 與14,209 女性 (>20 yr) ，心肺適能、每天坐著時間(≤ 4 , 5 to <7, and ≥ 7 h/d)對高密度膽固醇、收縮壓、舒張壓與三酸甘油脂等罹患心血管危險因子之影響 (Nauman et al., 2016)

Men



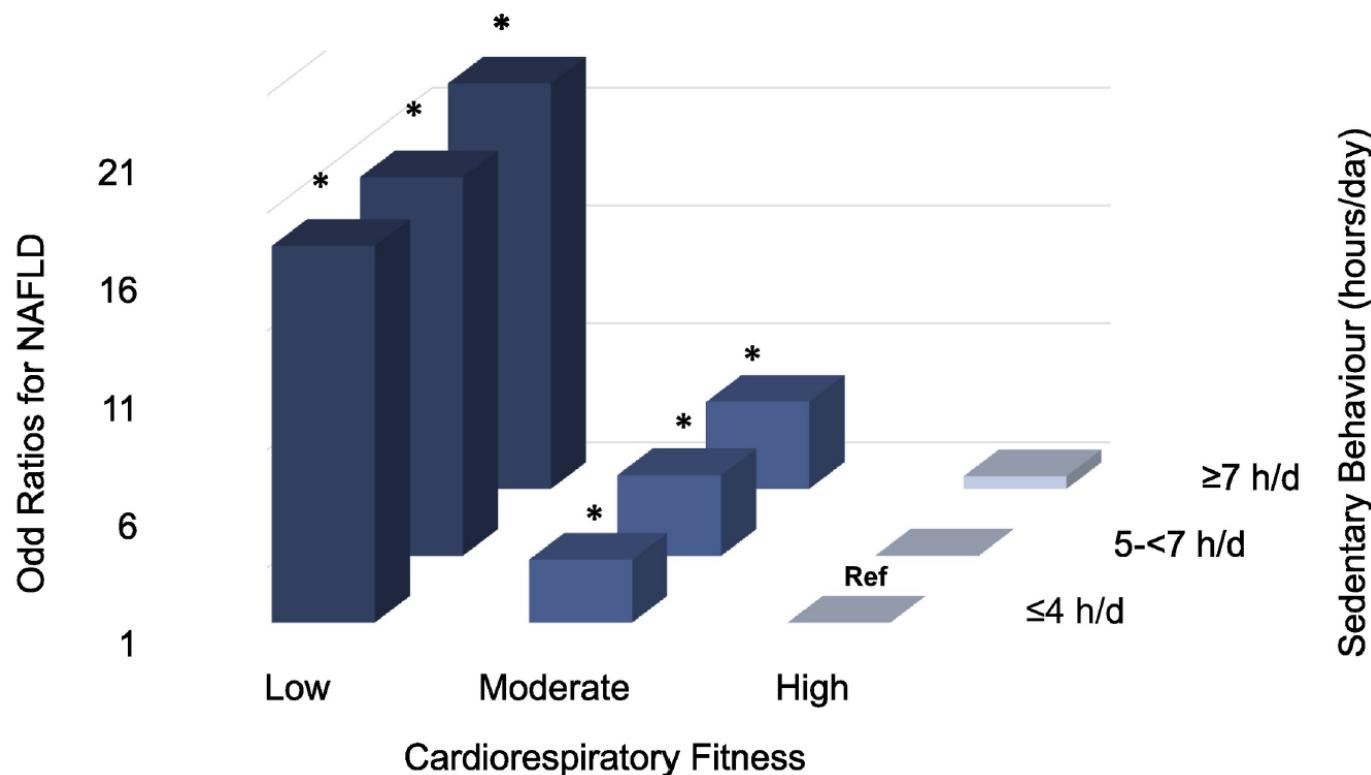
Women



Cardiovascular risk factors (CV-RF) clustering: HDL cholesterol <1.0 mmol/L in men and <1.3 mmol/L in women, systolic blood pressure >130 mmHg and/or diastolic blood pressure >85mmHg, and serum triglycerides >1.7mmol/L.

NAUMAN, J., STENSVOLD, D., COOMBES, J. S., & WISLØFF, U. (2016). Cardiorespiratory Fitness, Sedentary Time, and Cardiovascular Risk Factor Clustering. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(4), 625–632. doi:10.1249/mss.0000000000000819

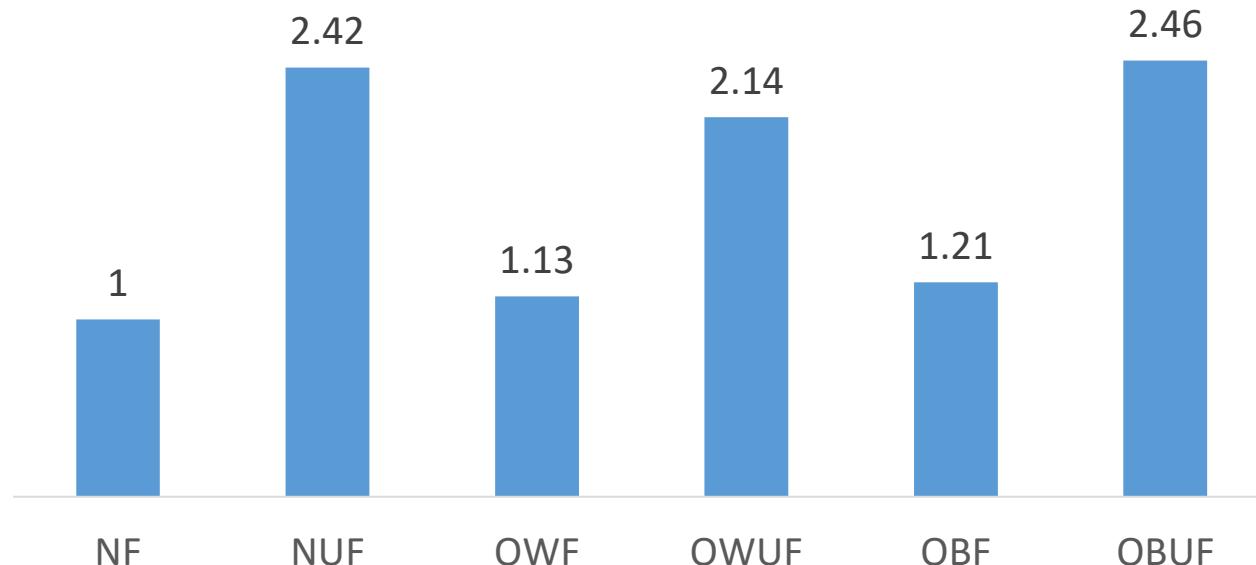
15,781位成年人 (52% female; age range 19–95 years) 心肺適能 (Low, moderate and high CRF corresponded to the lowest 20th, intermediate (next 40th) and highest 40th percentiles)、每天坐著時間 (≤ 4 , 5 to < 7 , and ≥ 7 h/d) 對罹患非酒精性脂肪肝風險之影響 (去除年齡、性別、抽菸、BMI、高血壓、糖尿病、心血管家族史、乎酒等干擾因子 (Croci et al., 2019).



Croci, I., Coombes, J. S., Sandbakk, S. B., Keating, S. E., Nauman, J., Macdonald, G. A., & Wisloff, U. (2019). Non-alcoholic fatty liver disease: prevalence and all-cause mortality according to sedentary behaviour and cardiorespiratory fitness. The HUNT Study. Progress in Cardiovascular Diseases. doi:10.1016/j.pcad.2019.01.005

整合分析10篇包含92,986位研究對象有關體位、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)：

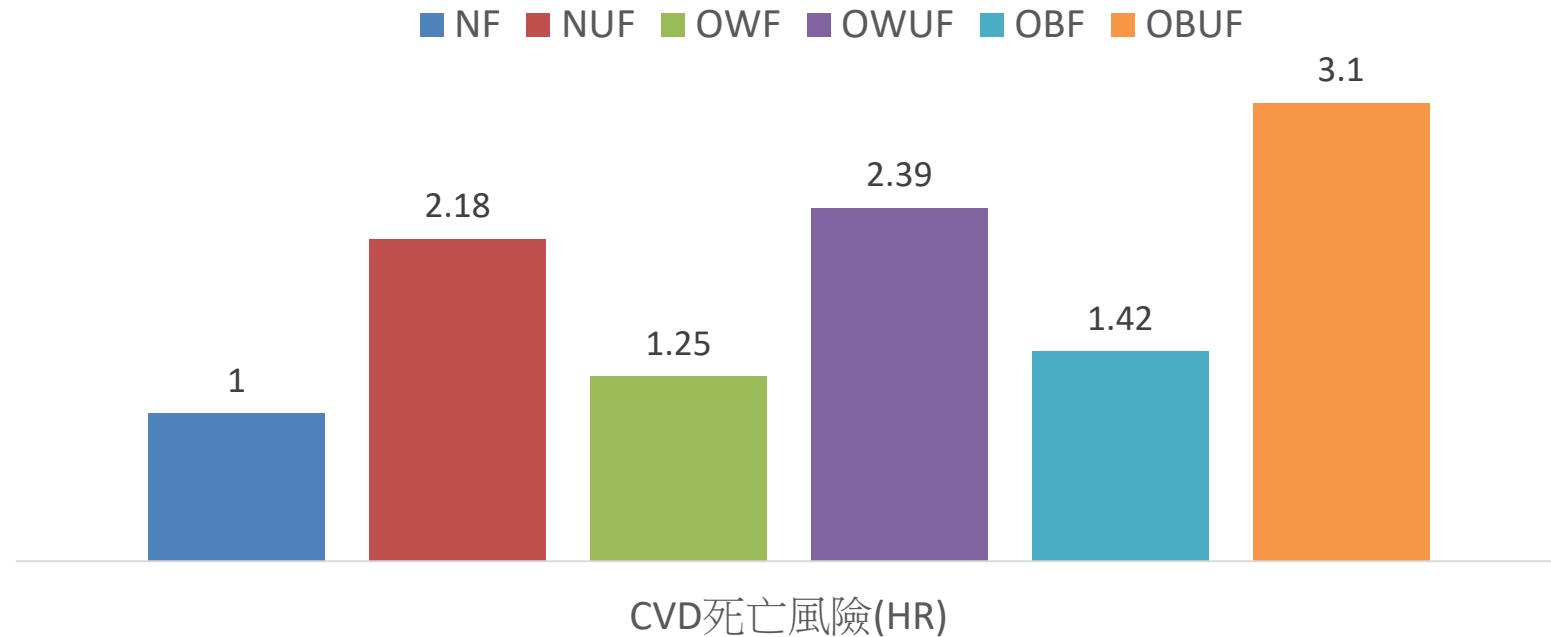
CRF、體位與總死亡風險(HR)



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

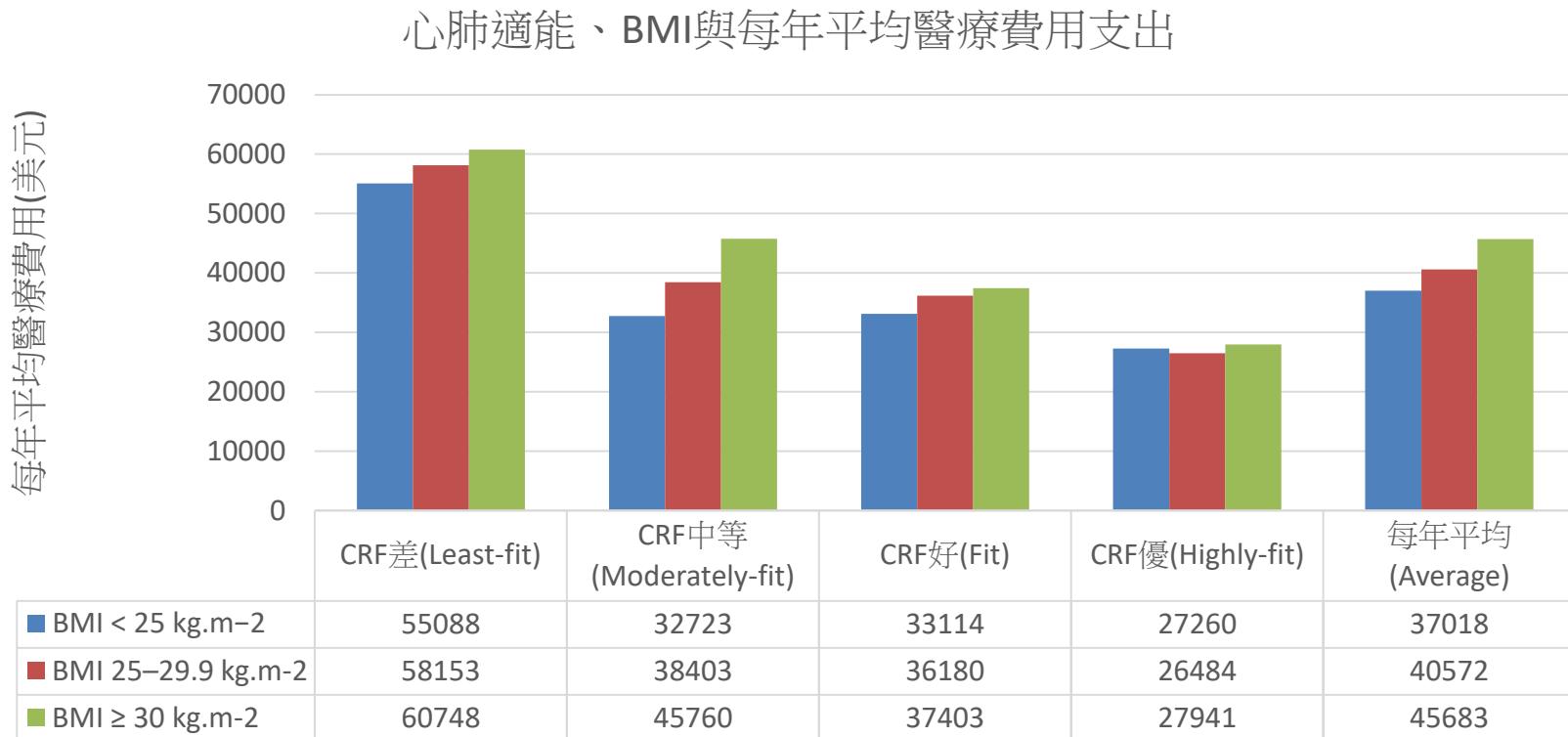
整合分析8篇包括137,406位研究對象有關體位、CRF與心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)死亡風險的研究，研究對象依據體重與CRF程度，分成：1.正常體重CRF差、2.正常體重CRF佳、3.體重過重CRF差、4.體重過重CRF佳、5.肥胖CRF差、6.肥胖CRF佳等6組，研究結果如下圖 (Barry et al., 2018)：

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

3,924位男性(58.1 ± 11.1 歲、 $BMI 29.2 \pm 5.3 \text{ kg.m}^{-2}$)，比較心肺適能(cardiorespiratory fitness, CRF)、 BMI 與6年期間每年平均醫療保健支出費用(healthcare cost, HC)，研究結果發現：體位正常、過重、肥胖平均每年HC分別為\$37,018、\$40,572與\$45,683，CRF每提升1-MET，體位正常、過重、肥胖每年HC就分別節省\$3,272、\$4,252與\$6,103。CRF最佳與CRF最差比較，體位正常、過重、肥胖每年HC分別節省了\$28,028、\$31,669與\$32,807 (De Souza de Silva et al., 2018)



美國退伍軍人的研究，平均58歲3924位，平均追蹤8年，男性糖尿病人與非糖尿病人，心肺適能每提升1-MET，每年醫療保健費用可分別節省\$5,193 與 \$3,603 (Myers et al., 2019)

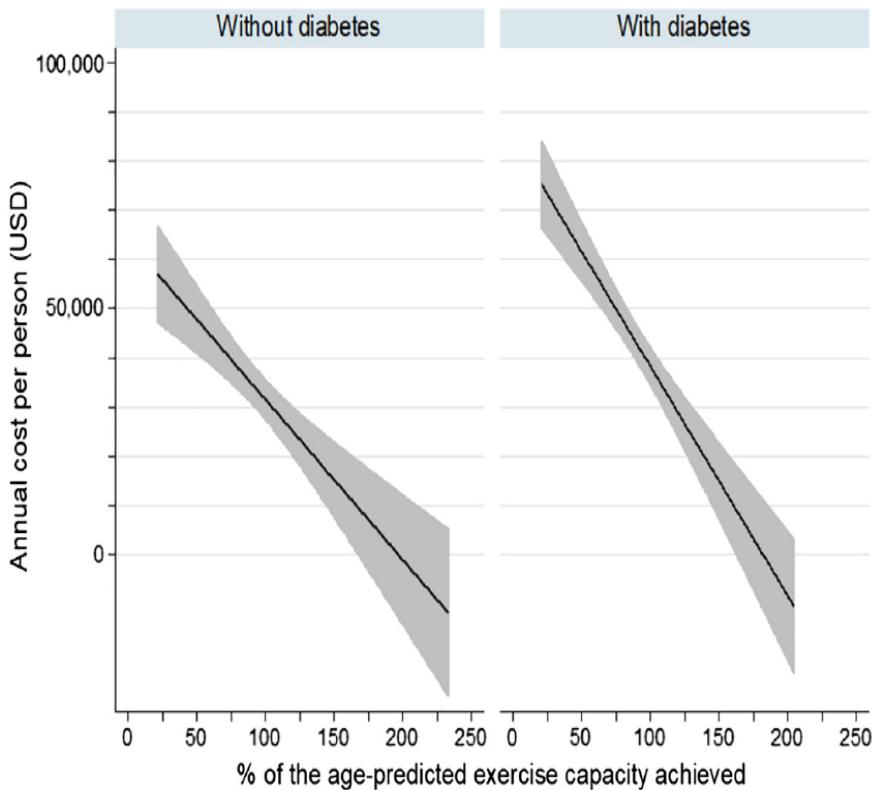


Figure 1 Linear regression line and 95% confidence intervals for annual costs per person vs age-predicted exercise capacity among subjects with and without diabetes.

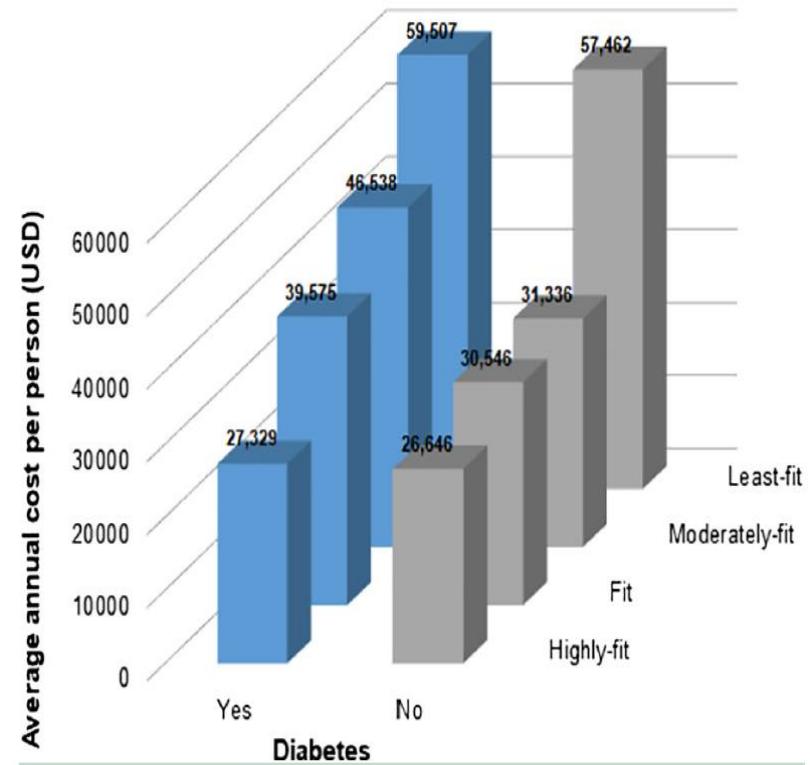


Figure 2 Average annual health care costs per person according to presence and absence of diabetes and quartile of cardiorespiratory fitness. There was a gradient for a reduction in costs as fitness was higher in each group ($P < .001$).

兩項大型的整合分析研究，合計包括18份研究報告，230,392為研究對象的研究結論建議 (Barry et al., 2014; Barry et al., 2018)：

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，降低心血管疾病死亡與總死亡風險，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。

兒童與青少年心肺適能對 心臟代謝健康影響研究結果摘要-1

作者	研究對象	評估項目	主要結果
Henriksson et al., 2020	瑞典1972 to 1994軍隊徵兵資料內1,078,685位16–19歲的男性青少年，平均追蹤28.4年(30.6 million person-years)之世代研究。	較踏車、腿伸舉肌力、BMI、因 CVD 失能撫恤金。	年輕時CRF與成年後CVD失能，呈現強烈的負相關，尤其是缺血性心臟病，肌力與CVD失能相關弱。
Sehn et al., 2021	巴西隨機抽樣2418位(52.5% 女生)6-17歲的兒童與青少年橫斷研究。	6分鐘跑走、頸圍、CMRs	CRF與頸圍呈現負相關 CRF是兒童與青少年頸圍與CMRs的調解因子
Cristi-Montero, et al., 2021	與在歐洲9個國家的10個城市內525位(46%男生)12.5-17.5歲青少年，為研究對象的橫斷研究。	20公尺折返跑、CMRs、BMI、WHR、皮脂厚度。	12-17歲青少年的CRF扮演 CMRs 與 BMI 、WHR 、皮脂厚度的部分重要的中間調解因子。

心肺適能(cardiorespiratory fitness, CRF; 心臟代謝風險分數(cardiometabolic risk scores, CMRs)

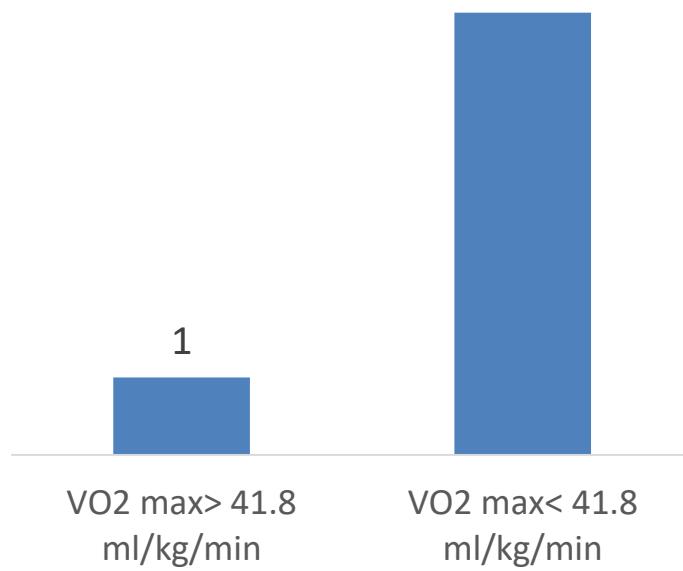
兒童與青少年心肺適能對 心臟代謝健康影響研究結果摘要-2

- 1,247位8-11歲兒童為研究對象的3份橫斷研究計畫，針對「嚴重或病態肥胖兒童」，進行心肺適能與心臟代謝風險之影響的合併分析研究(pooled analysis)，研究結果發現：**提升心肺適能是降低嚴重或病態肥胖兒童，罹患心臟與代謝疾病風險的重要角色(Nyström et al., 2017)**。
- 37,563位(46%女性)研究對象，研究時年齡介於3-18歲的兒童與青少年，平均追蹤8.6年(1-26年)，研究結果發現：**心肺適能比其他身體測量或血液生化指標，對後來長大成年後的心臟代謝風險影響還大(García-Hermoso et al., 2020)**。
- 23份1790位(59%女生)3-18歲過重或肥胖兒童與青少年研究對象，進行運動介入研究，研究結果發現：**提升心肺適能，可以作為運動是否有效降低體脂肪指標(García-Hermoso et al., 2020)**。

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、女生VO₂max低於41.8ml/kg/mim、34.6ml/kg/min，具有心血管危險因子的風險，分別增加5.7倍與3.6倍 (Ruiz et al., 2016)

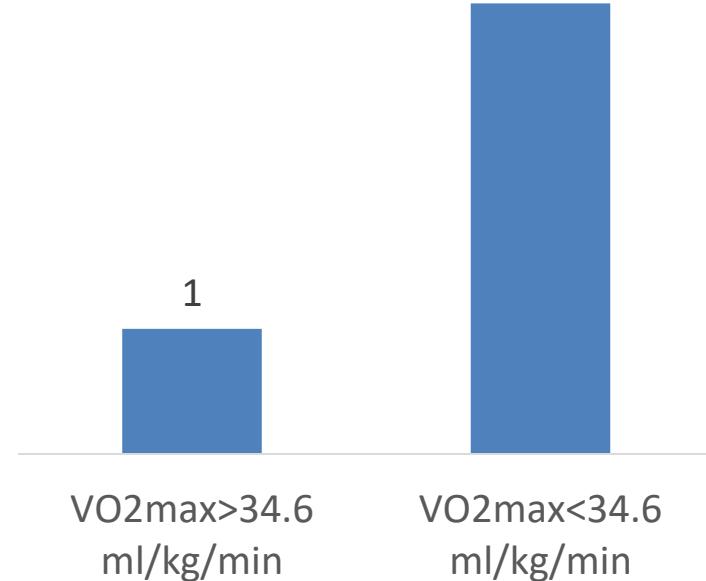
男生CRF程度與具有心血管危險因子風險(OR)

5.7



女生CRF程度與具有心血管危險因子風險(OR)

3.6

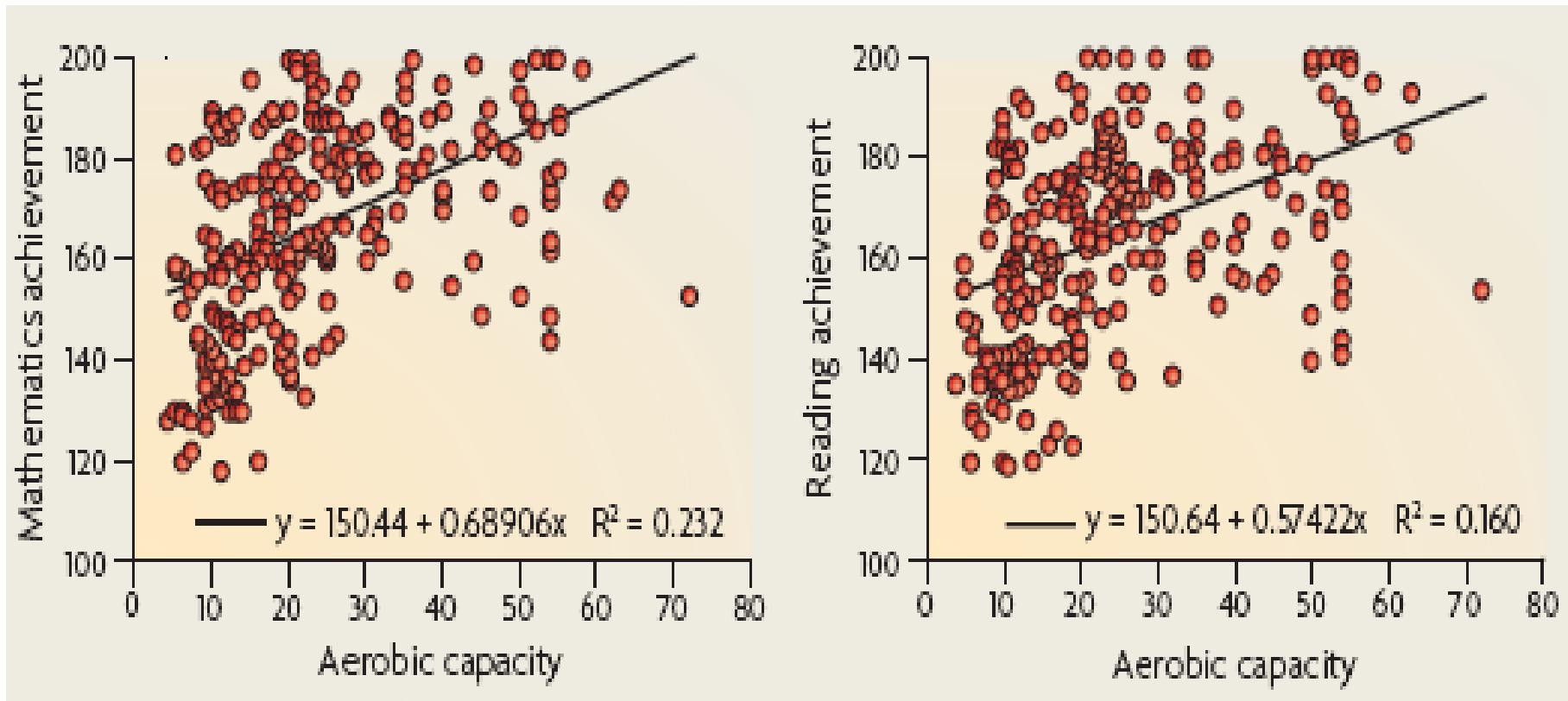


Cardiorespiratory Fitness in Youth: An Important Marker of Health

A Scientific Statement From the American Heart Association

- 美國心臟協會2020年發表在國際非常重要的醫學期刊 circulation的科學聲明(scientific statement)：
- 青少年(in youth)時的心肺適能是健康的重要指標
(Cardiorespiratory fitness is an important marker of health)。
- 運動經由提升運送氧系統的結構與功能適應與改變，提升心肺適能。
- 心肺適能是青少年生理、心理健康與學業成績表現的重要指標。
- 心肺適能與年輕時總死亡、終生心血管疾病呈現直線負相關。
- 青少年時期(in youth)，心肺適能與代謝症候群、第二型糖尿病、非酒精性脂肪肝、心理性疾病等多種健康問題呈現保護性的負相關。
- 心肺適能同時與認知功能、自我價值與生命滿意度呈正相關。

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



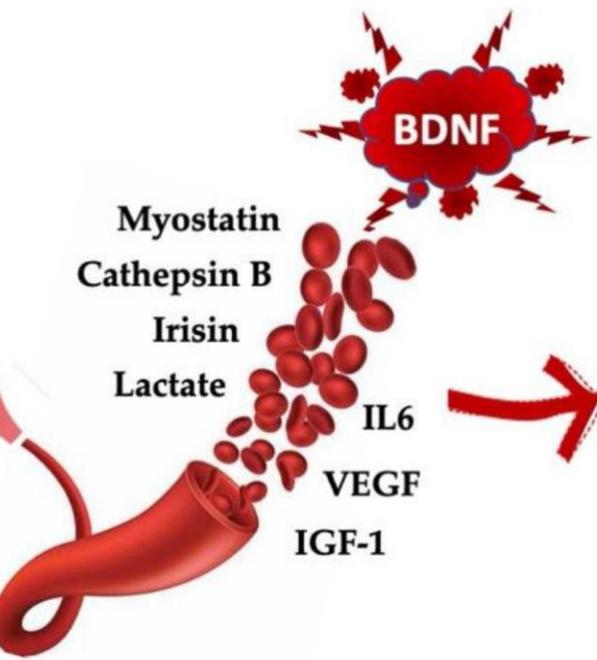
Charles H. Hillman, Kirk I. Erickson and Arthur F. Kramer (2008) Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. Nature Review, 9, 59-65.

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

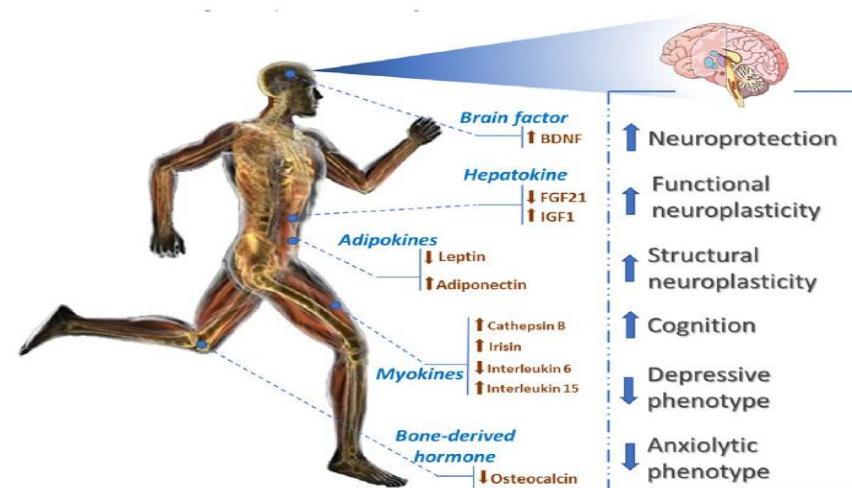
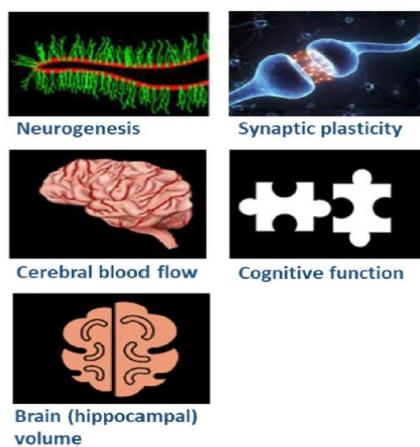


運動中或運動後骨骼肌至少會製造9種以上具有保護腦神經的物質。另外包括肝臟、骨頭與脂肪細胞等也會分泌多種激素，具有保護腦神經、促進腦神經可塑性、情緒、心理健康與認知功能的作用(Lee et al., 2019; Tari et al., 2019)

Candidate exercise-induced factors

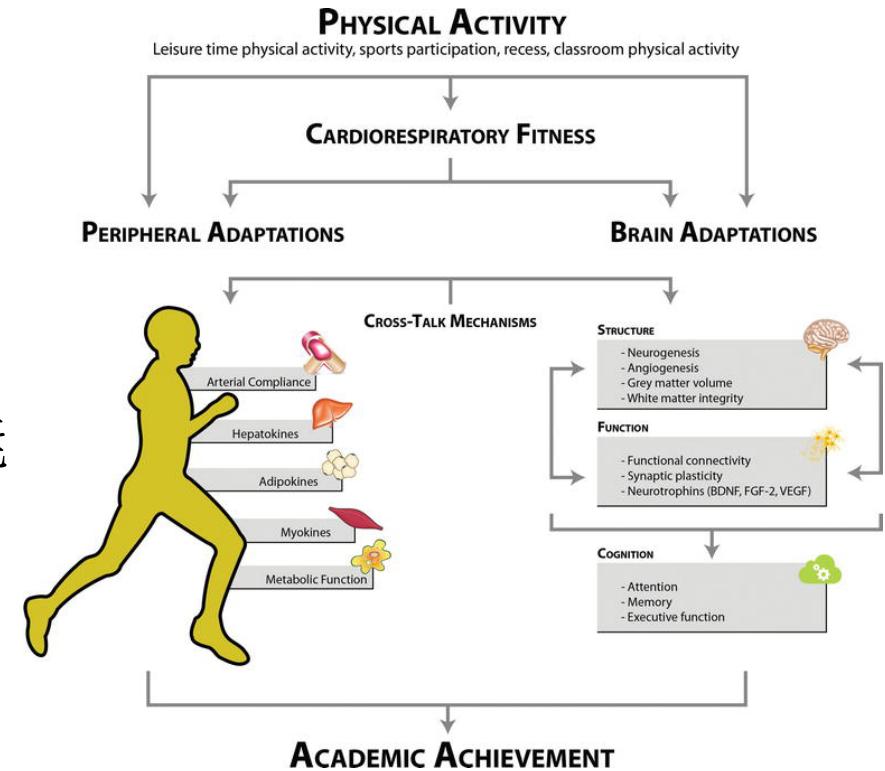
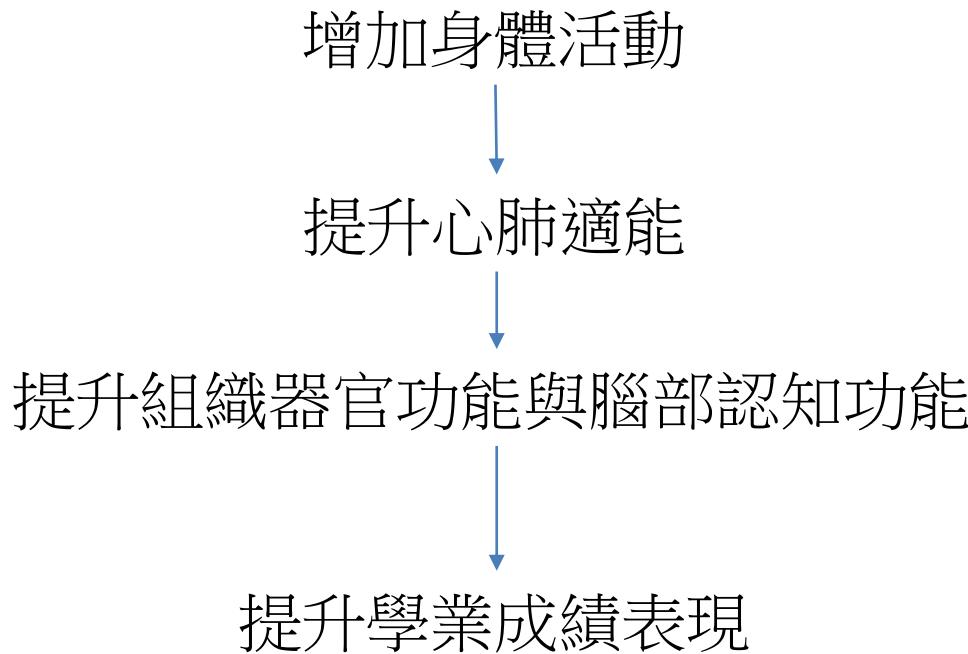


Beneficial effects of exercise on the brain

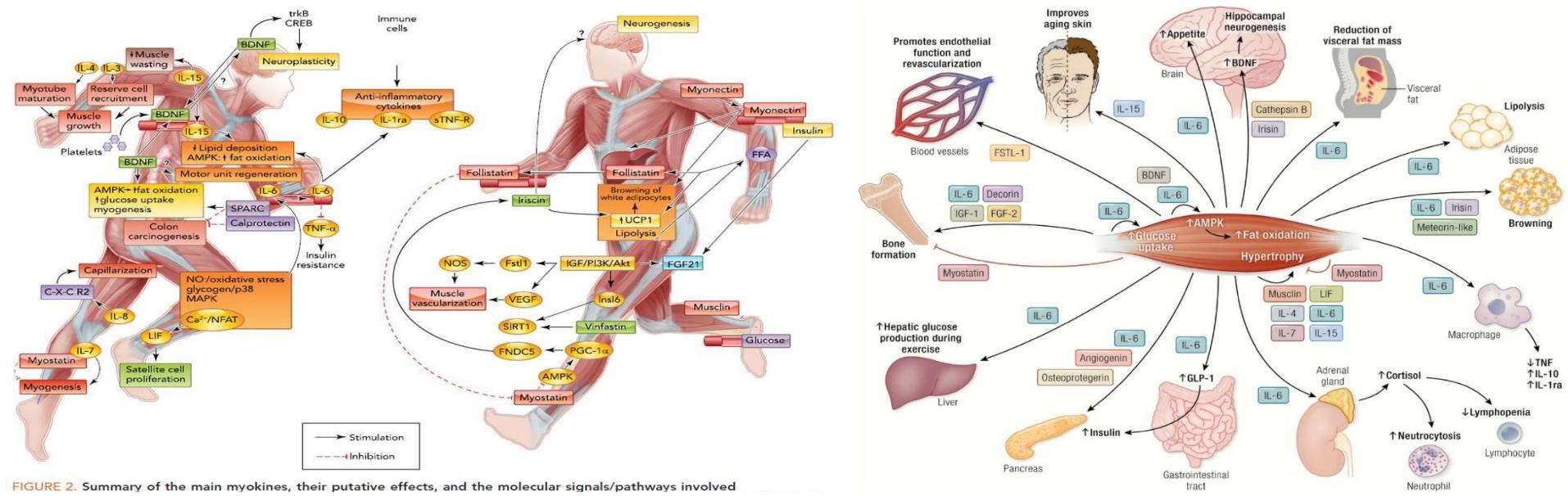


- Lee, T. H.-Y., Formolo, D. A., Kong, T., Lau, S. W.-Y., Ho, C. S.-L., Leung, R. Y. H., ... Yau, S.-Y. (2019). Potential exerkines for physical exercise-elicited pro-cognitive effects: Insight from clinical and animal research. International Review of Neurobiology. 147, 362-381.
doi:10.1016/bs.irn.2019.06.002
- 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)

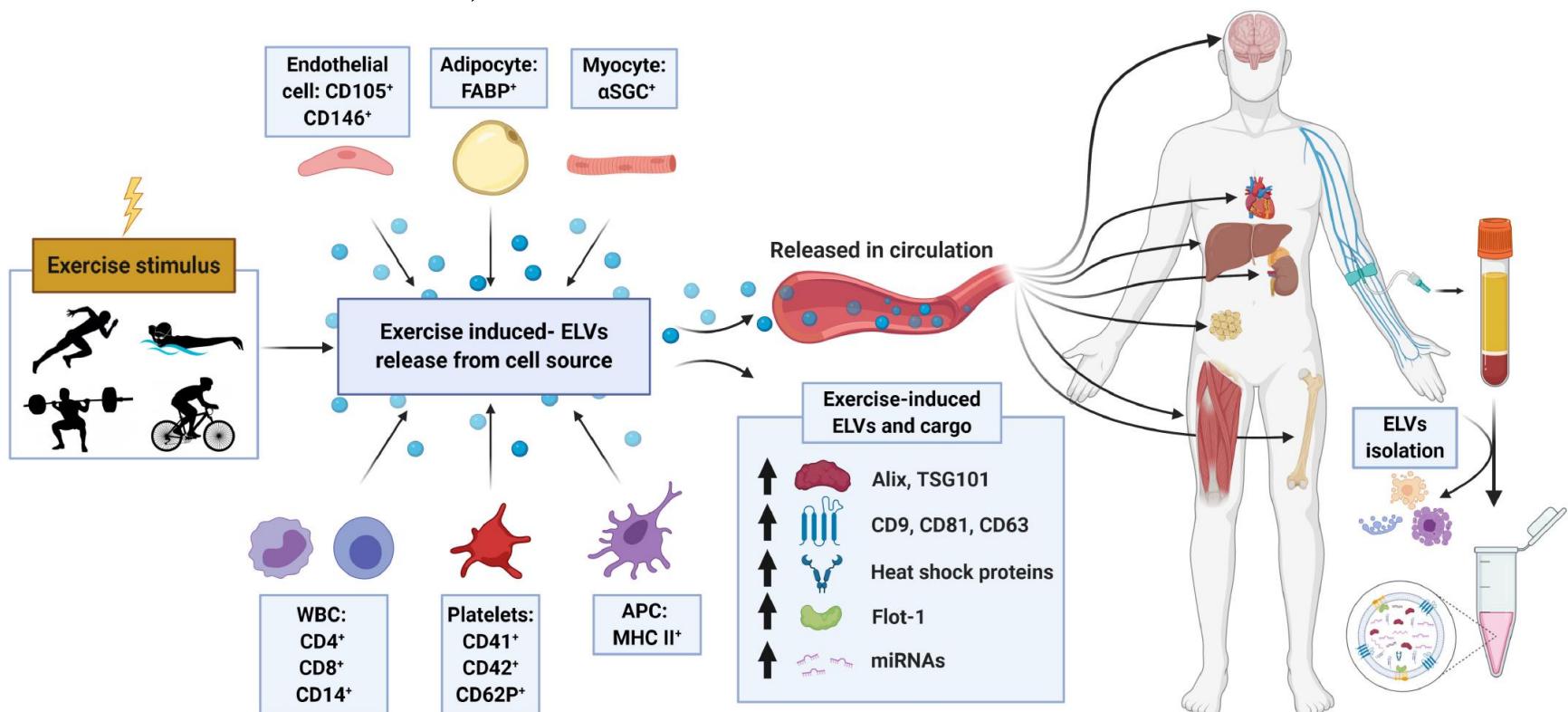


運動刺激骨骼肌與其他組織器官製造很多不同激素或分泌體，就有如一顆複方藥丸(**polypill**)，與腦部、脂肪、骨頭、肝臟、腸胃道、胰臟、血管、皮膚、腎臟、免疫與肌肉本身等各組織器官間對話與維持生理功能恆定與健康 (Fiuza-Luces et al., 2013; Severinsen & Pedersen, 2020)



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

運動刺激包括肌肉、脂肪、血管內皮細胞、白血球(包括淋巴細胞、單核細胞)、血小板、抗原呈現細胞與其他組織細胞等，都會釋放外泌體囊泡進入血液循環，外泌體囊泡攜帶了囊泡標記物與多種分子到達全身器官。不同的運動刺激組織器官製造不計其數的激素與分子，**統稱為運動激素(exerkines)**，經由血液循環或包裹在細胞外的囊包內，到達目標器官產生其特定效果，提升組織器官功能與健康 (Magliulo et al., 2021; Nederveen et al., 2021)。



世界衛生組織促進健康3大支柱

- 良好的國家治理(good governance)
- 健康的城市(healthy cities)
- 健康素養(health literacy)



結 論

- 肥胖之所以會傷害健康，主因是脂肪組織分泌促發炎與抗發炎脂肪激素失衡，造成長期低程度發炎。
- 運動訓練經由各組織器官間運動激素之交互傳遞訊息，引起組織器官間結構與功能改變與適應，逆轉脂肪組織分泌功能異常，並產生抗發炎作用。
- 運動訓練提升心肺適能，可以改善體位正常與不正常肥胖者之心臟與代謝功能，降低感染COVID-19後症狀嚴重程度與死亡風險。
- 心肺適能應作為健康體位的輔助指標，並進一步作為學生整體身體健康的的重要指標之一。



**THANKS
FOR
LISTENING,
ANY
QUESTIONS?**