

王鐘賢 博士

長庚大學 特聘教授

From first principles thinking to multidisciplinary integration

從醫院治療照護轉銜至社區健康促進之 智慧化肺部復健策略



醫療傳愛 全人照護

用無私，療育貧苦、醫治病痛，這份愛需要你我來灌溉。



112年我國10大死因

1 癌症	6 COVID-19
2 心臟疾病	7 高血壓性疾病
3 肺炎	8 事故傷害
4 腦血管疾病	9 慢性下呼吸道疾病
5 糖尿病	10 腎炎、腎病症候群及腎病變

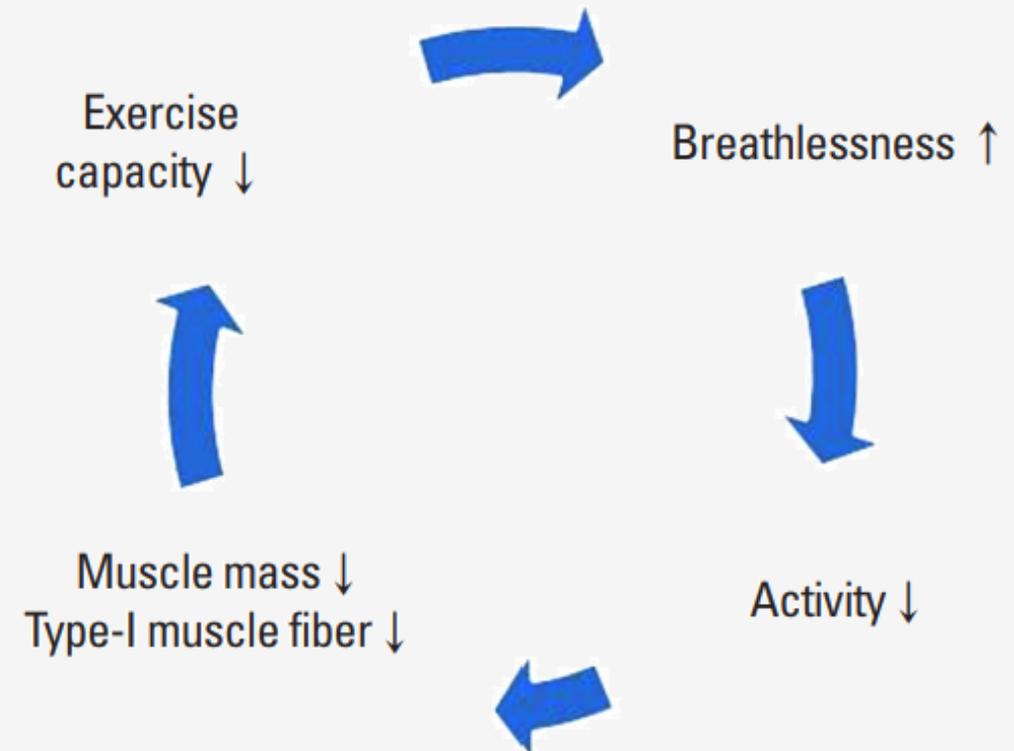
最花健保費的疾病排名

資料來源：中央健保署

排名	疾病	健保給付總額
1	急性腎衰竭及慢性腎臟疾病	約 483.88 億元
2	口腔、唾液腺和領（顎）骨疾病	約 413.33 億元
3	糖尿病	約 264.09 億元
4	急性上呼吸道感染（症）	約 261.56 億元
5	高血壓性疾病	約 222.19 億元
6	消化器官的惡性腫瘤	約 173.91 億元
7	腦血管疾病	約 170.24 億元
8	缺血性心臟病	約 162.83 億元
9	流行性感冒（流感）及肺炎	約 154.34 億元
10	呼吸系統其他疾病	約 125.55 億元

Chronic Pulmonary Disease → Exercise Intolerance

- Dyspnea
- Fatigue
- Impaired pulmonary gas exchange
- Ventilatory insufficiency
- Peripheral muscle dysfunction
- Cardiopulmonary dysfunction



Pulmonary Rehabilitation

HELPS TO ►



Reduce
COPD
symptoms



Increase
physical
activity



Improve
daily life
function



Improve
emotional
health

Hospital



Home



Airway
clearance

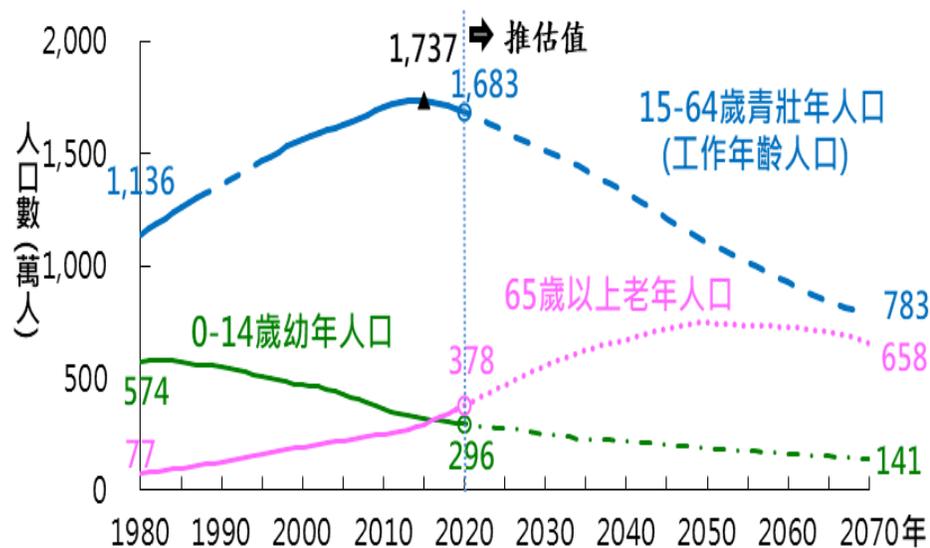
Exercise
training

Lung
expansion

現況與未來：健促產業如何面對黑天鵝與灰犀牛效應的挑戰

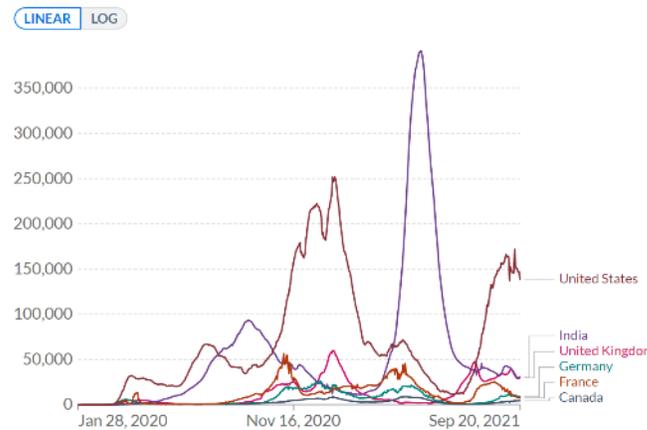
- **新興感染性疾病掘起 (emerging infectious diseases)**：全球有超過 7.62 億確診的 COVID-19 感染病例和超過 688 萬確診 COVID-19 的死亡病例 (2023.03)，因需維持社交距離，健促環境漸萎縮，國民體適能受到極大的衝擊，民眾健康面臨嚴峻的挑戰。**黑天鵝效應** (難以預測，比的是誰恢復更快)
- **全球老化 (global aging)**：台灣推估將於 2025 年邁入超高齡社會 (20%)，須建立全面性健康管理策略與前瞻性照顧產業，以達成「健康老化 (healthy aging)」的目標。**灰犀牛效應** (可預測的風險，但巨大很難喝阻)

高齡化



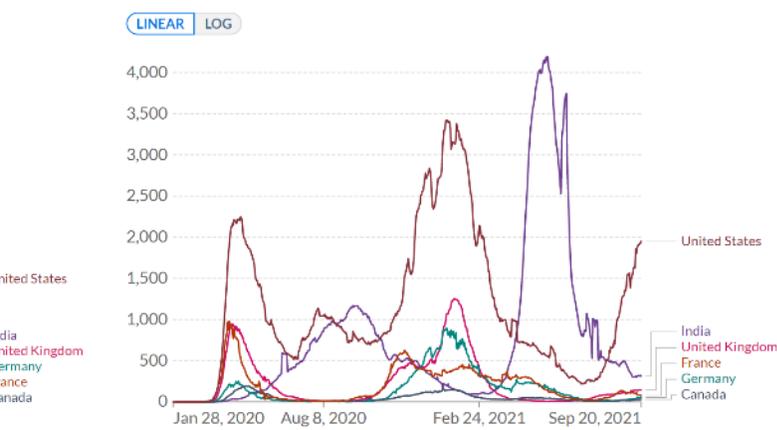
新冠確診數

Daily new confirmed COVID-19 cases
Shown is the rolling 7-day average. The number of confirmed cases is lower than the number of actual cases; the main reason for that is limited testing.



Source: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data

Daily new confirmed COVID-19 deaths
Shown is the rolling 7-day average. Limited testing and challenges in the attribution of the cause of death means that the number of confirmed deaths may not be an accurate count of the true number of deaths from COVID-19.



CC BY

Source: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data

CC BY

肺部復健的痛點

解決方案: 智能醫療科技走向精準健康的治療



基隆長庚心臟衰竭中心



1. 肺部復健多為徒手治療，**缺乏將治療流程標準化**，人事成本增加。
2. 缺乏客戶**個人化管理以及回饋**，客戶流失率高。

智能運動管理系統



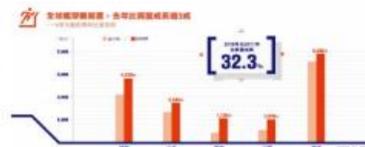
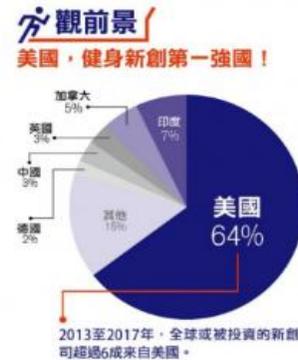
1. 智能運動管理系統能處理臨床上診斷用多種數據整合，利用“**個人最適化運動之推論引擎**”給予醫師詳細的運動建議，並且結合醫師專業給予會員**個人化運動處方**。
2. 加強運動器材**智能化、專業性、科技化**以提高使用率，健全會員管理系統資訊回饋，強化客戶黏著度。

健康促進市場：運動消費行為和智能科技需求逐年增長

- 因新冠疫情，2021年之後健康照護花費逆勢上揚。2024年全球健康照護花費將超過10兆美元(超過GDP 10%比例)。全球數位健康市場在2020年達965億美元，2028年將預估達2,952億美元，從2021-2028年估計以年複合成長率(CAGR) 15.1%增加。



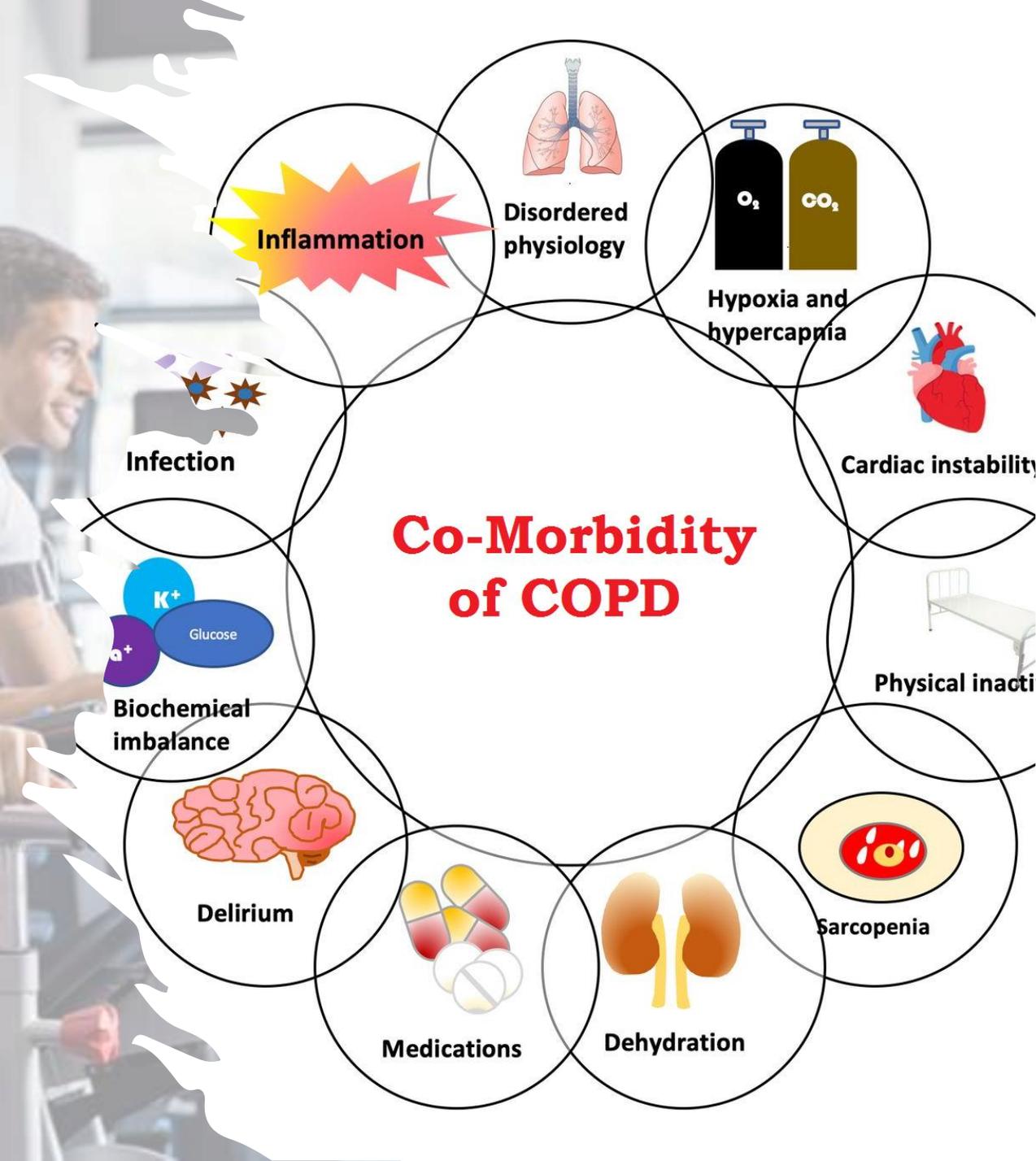
台灣健康意識抬頭
帶動健身產業興起



運動科技走勢貼近民眾需求
運動科技多元發展

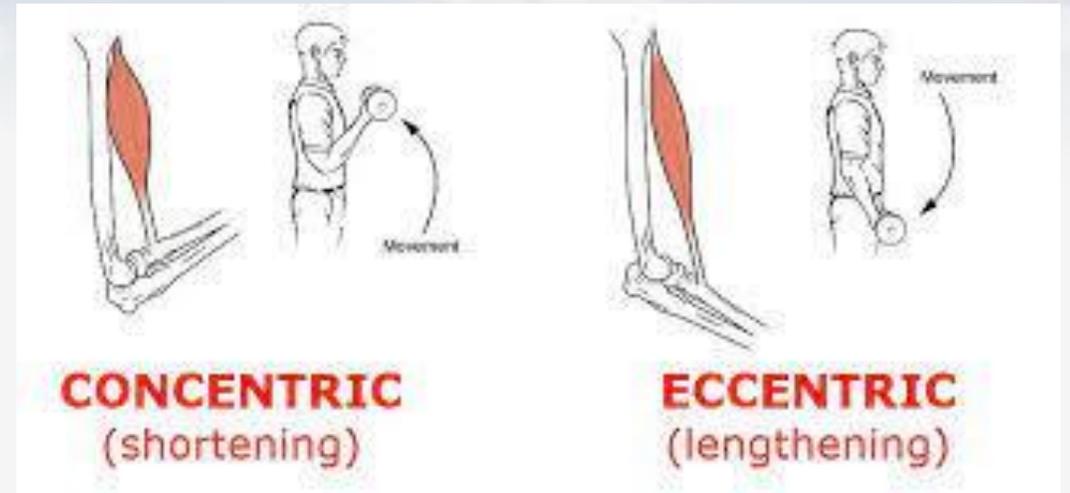
智慧化離心運動應用 於呼吸疾病患者在醫 院復健治療

長庚大學 王鐘賢 特聘教授



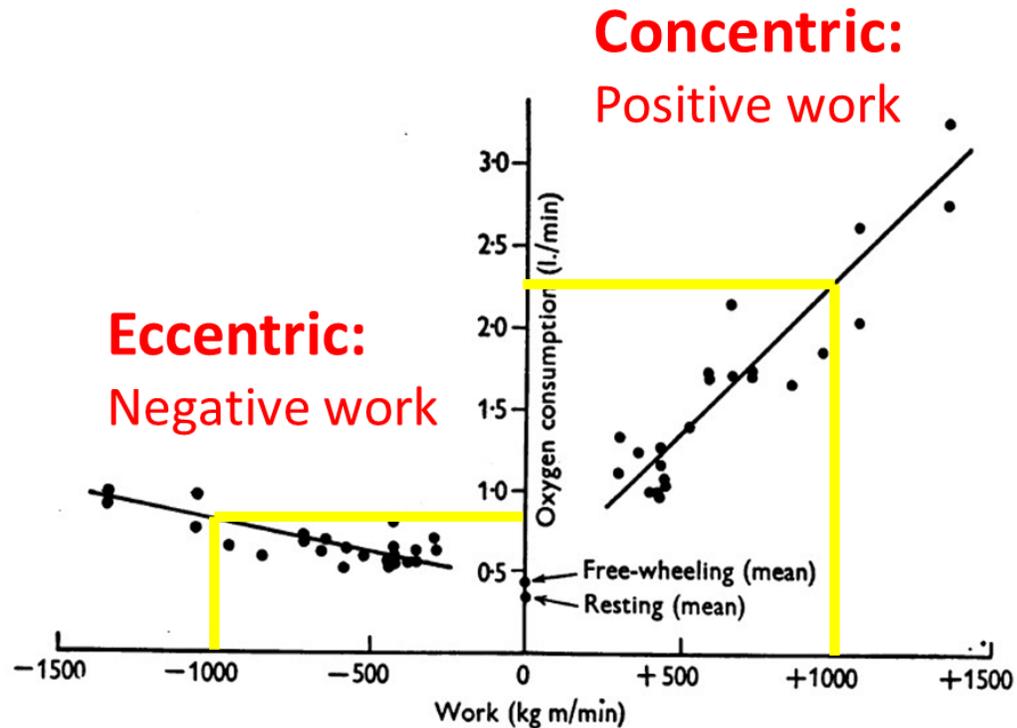
離心運動

- 日常生活需要離心收縮
 - 煞車、減速、克服重力
 - 訓練效益
 - 較低的代謝需求
 - 產生較高的肌肉力量
 - 獨特的神經控制肌肉策略

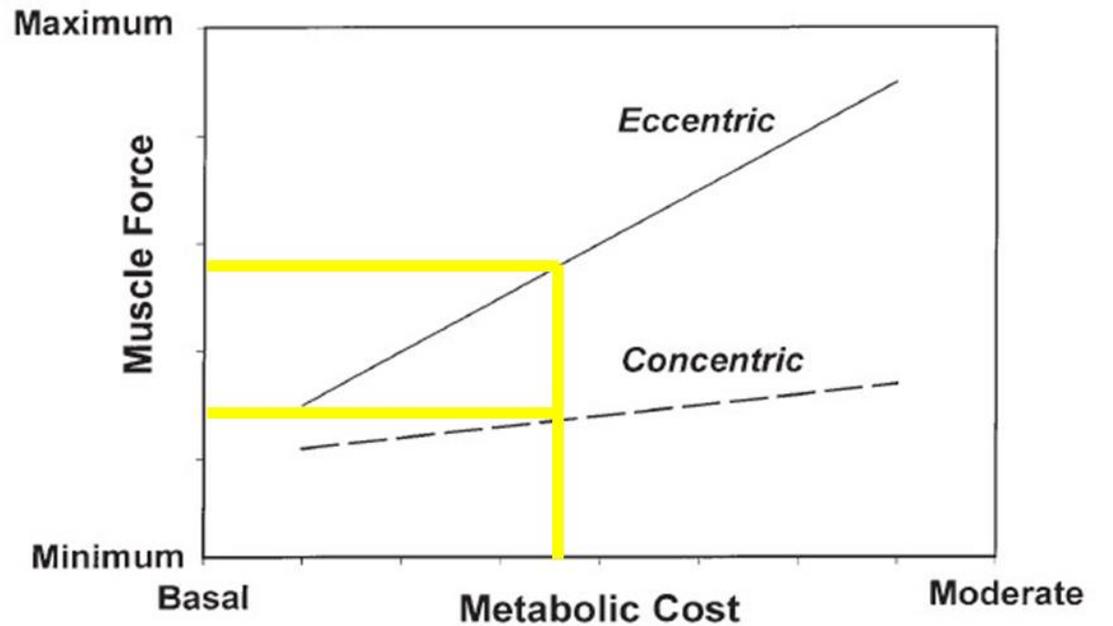


離心運動

較低的代謝需求

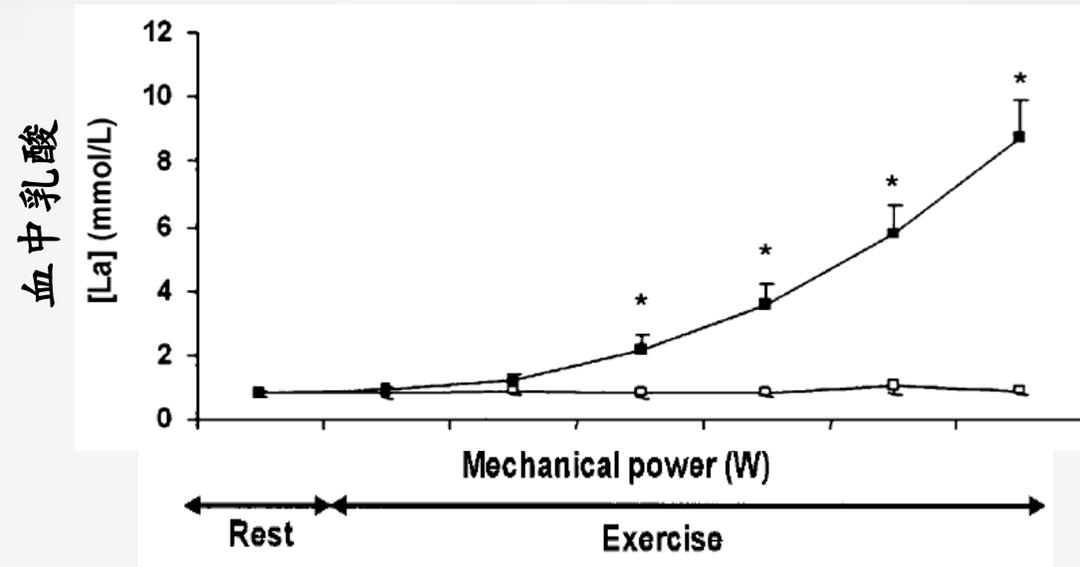
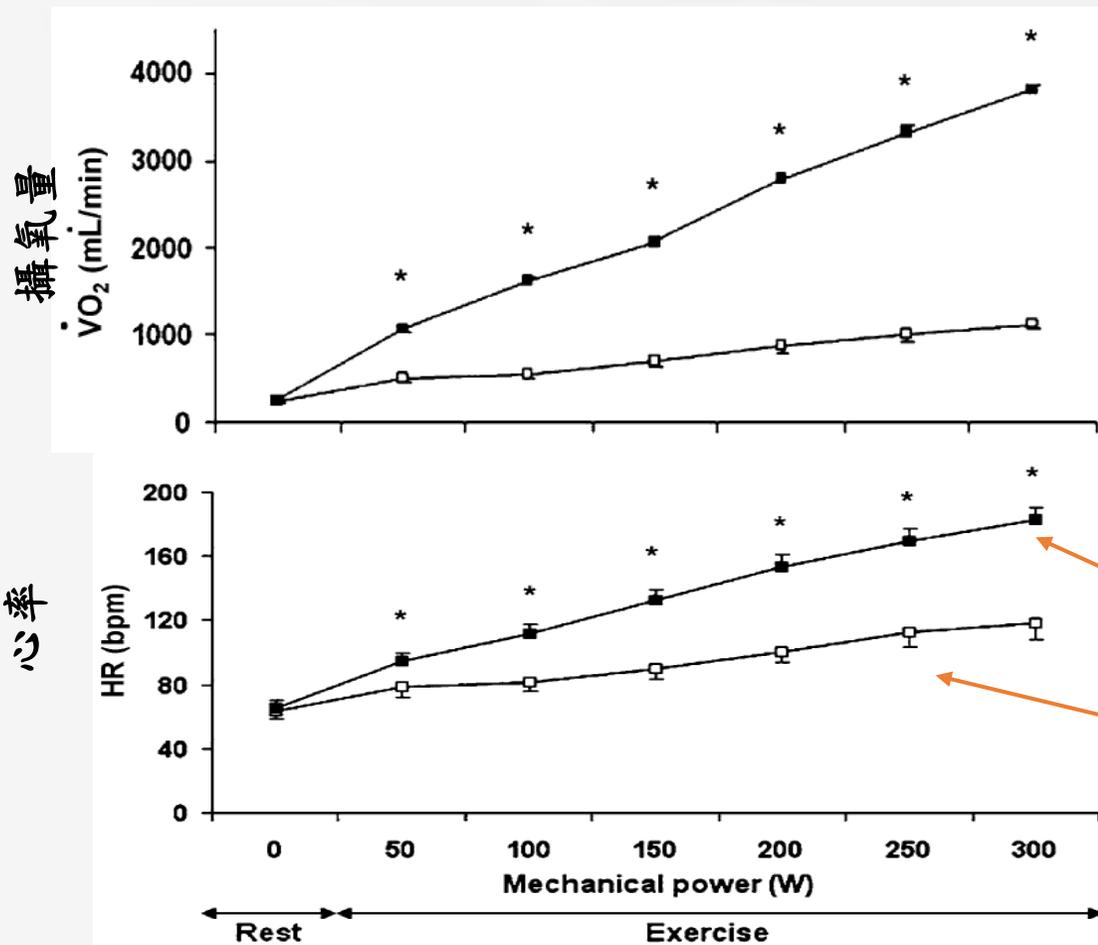


產生較高的肌肉力量



離心運動

- 降低運動時心肺系統耗能和感知疲勞



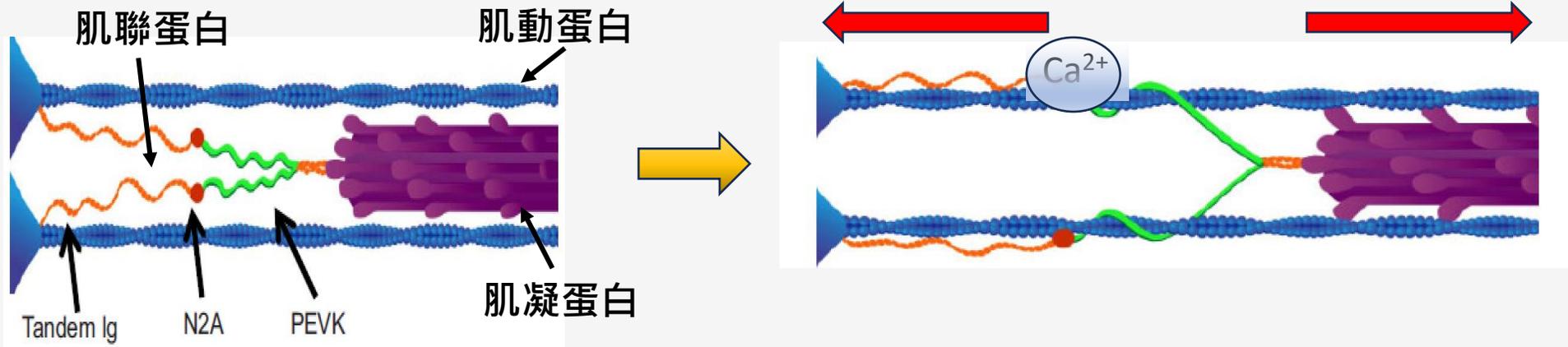
向心運動

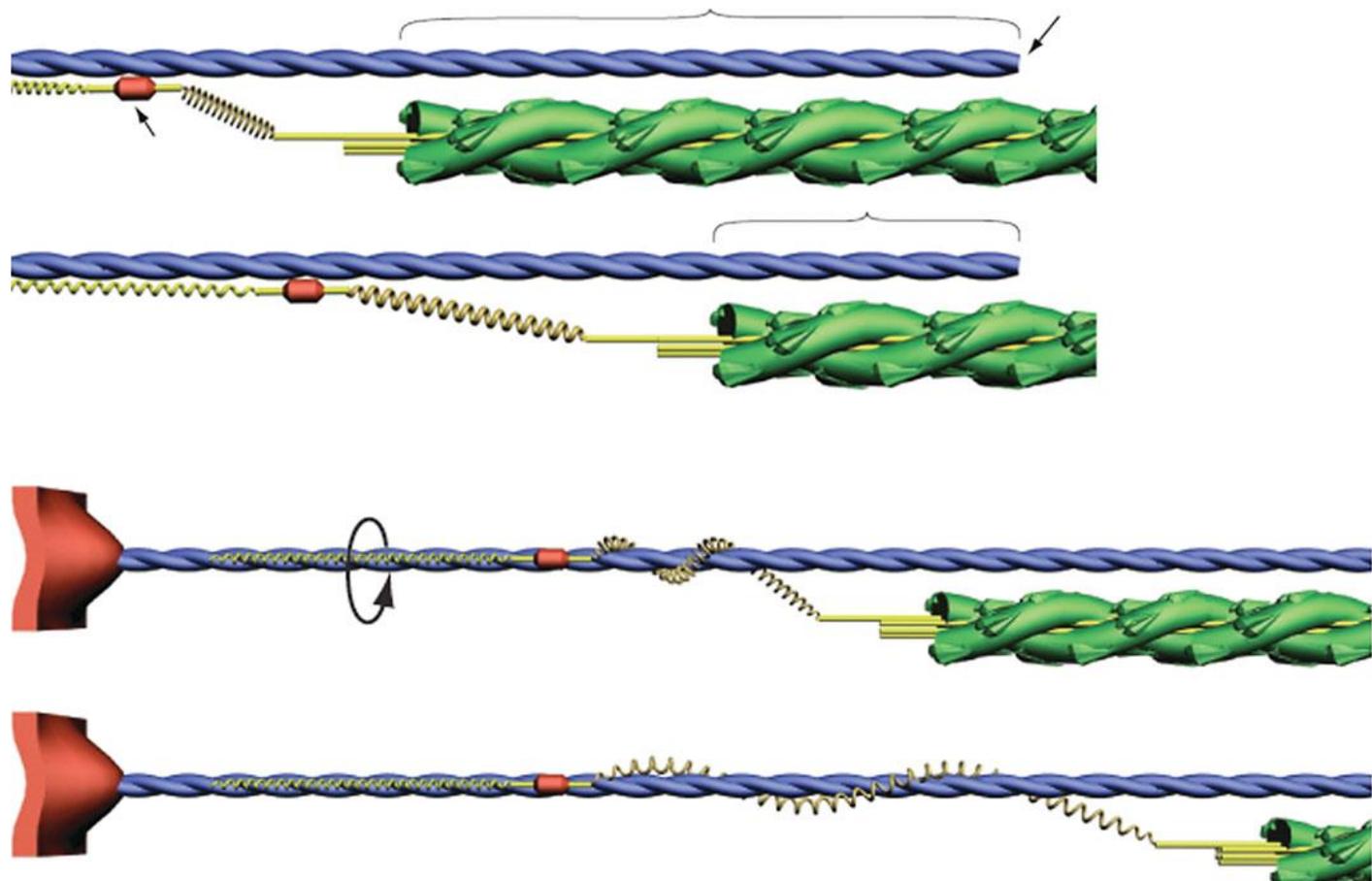
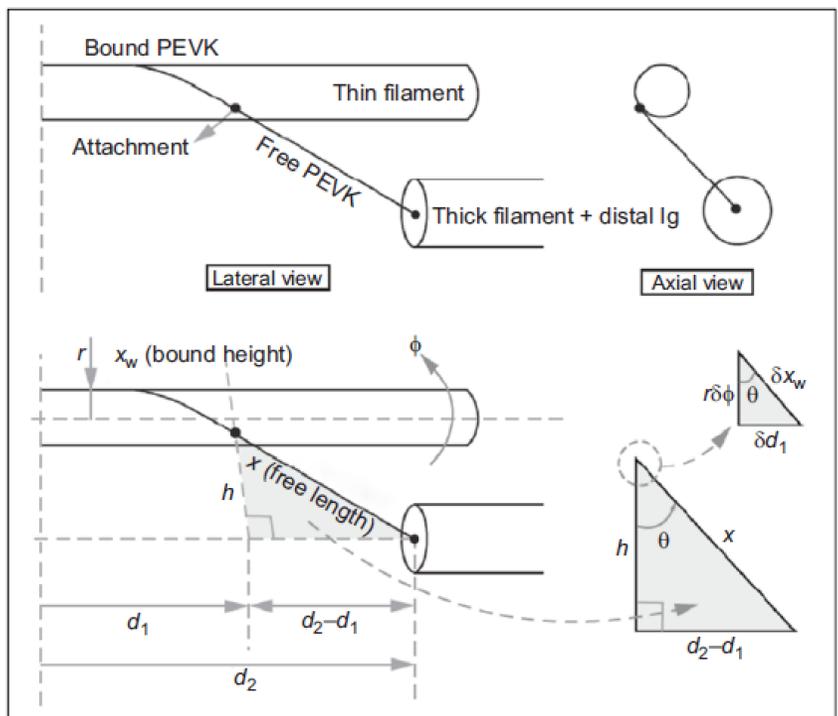
離心運動

THE “WINDING FILAMENT” HYPOTHESIS

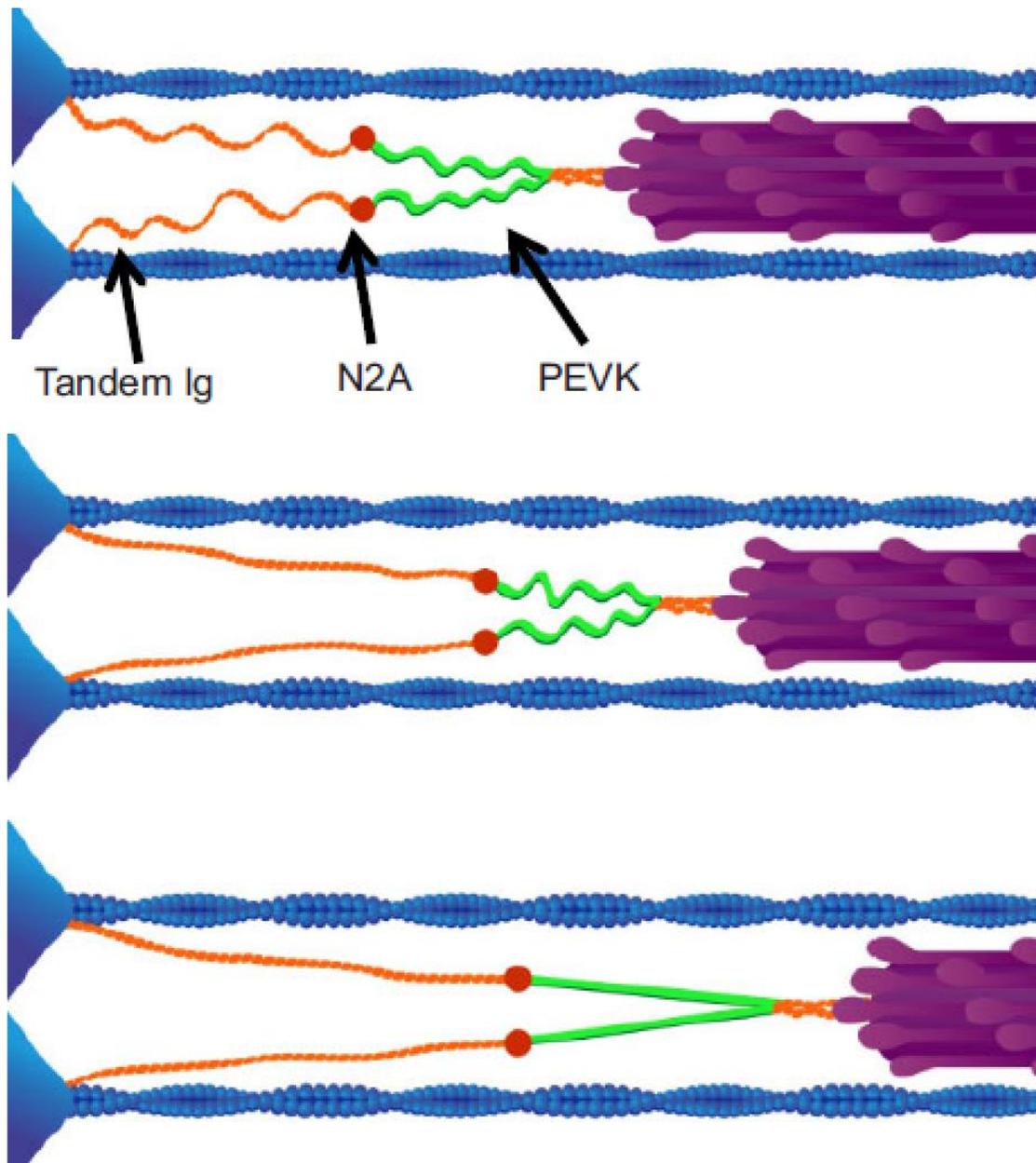
“纏繞肌絲” 假說

- 神經興奮造成 Ca^{2+} 流入肌肉纖維後：
 - 肌聯蛋白 (titin) 的N2A區與肌動蛋白結合
 - 由於跨橋不僅平移而且還旋轉細絲，因此肌動蛋白的 PEVK 片段在力產生過程中“纏繞”在細絲上。
 - 因此，當 Ca^{2+} 激活的肌節主動拉伸時，只有肌聯蛋白的僵硬 PEVK 片段會伸長，從而產生更高的力。

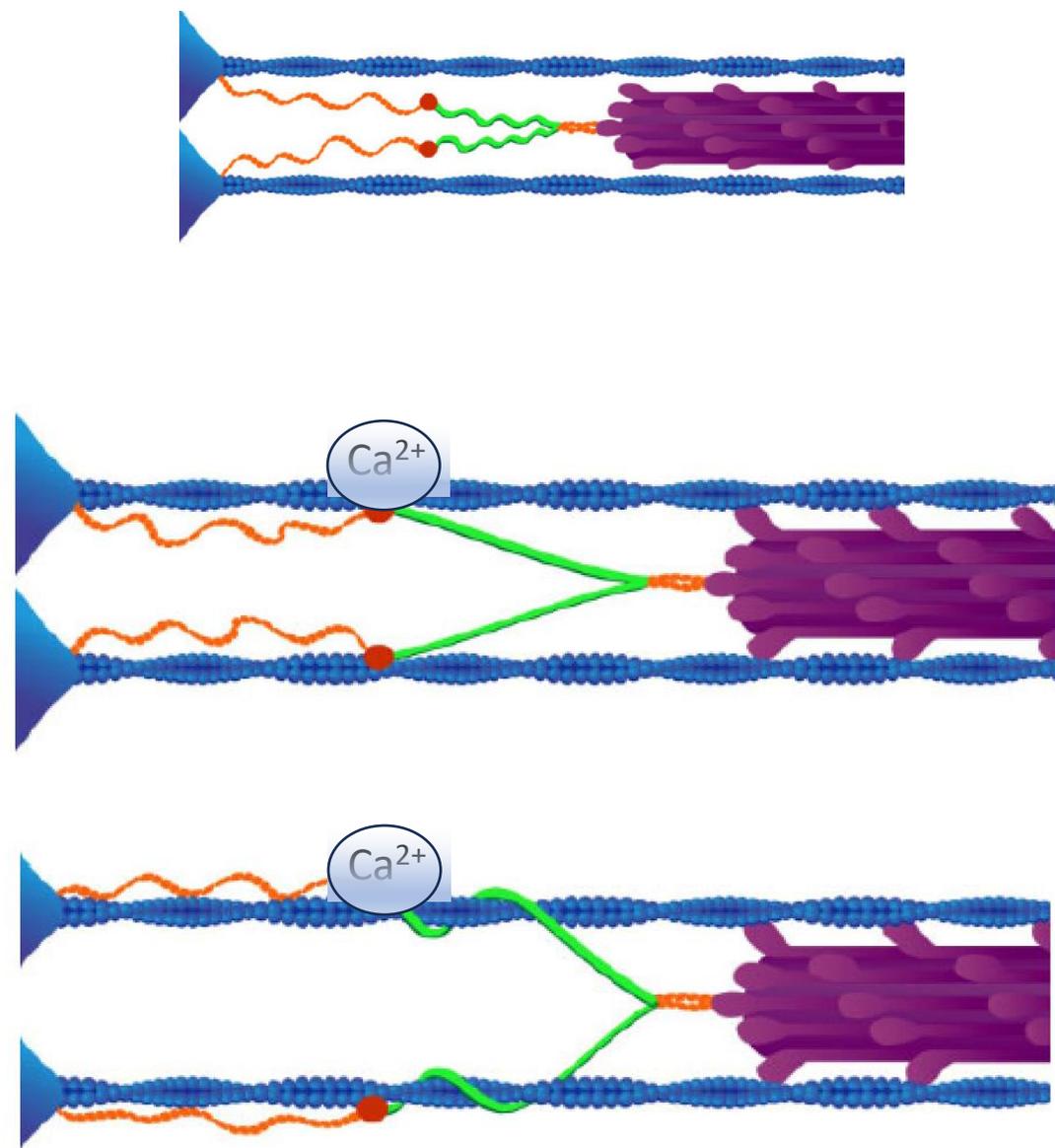


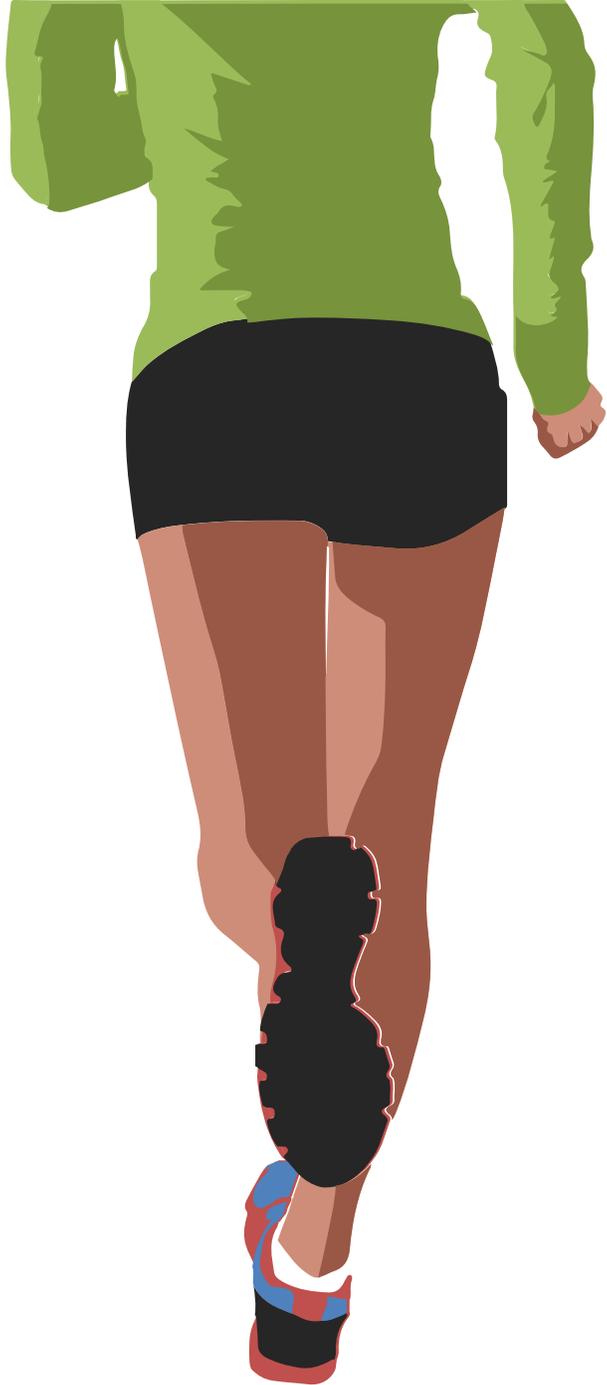


被動牽張 Passive stretch



主動牽張 Active stretch





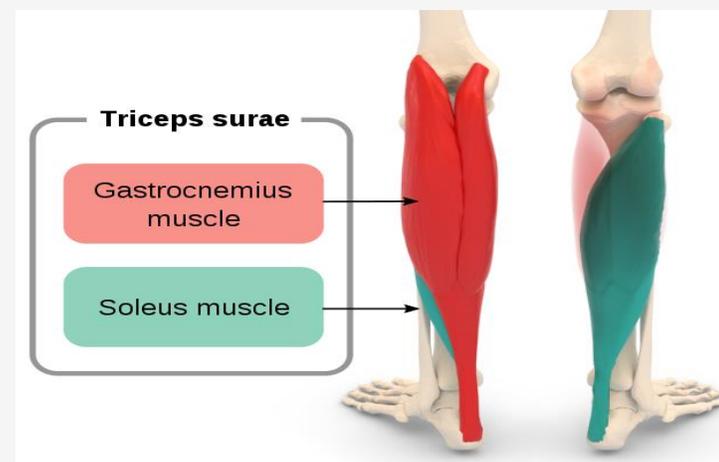
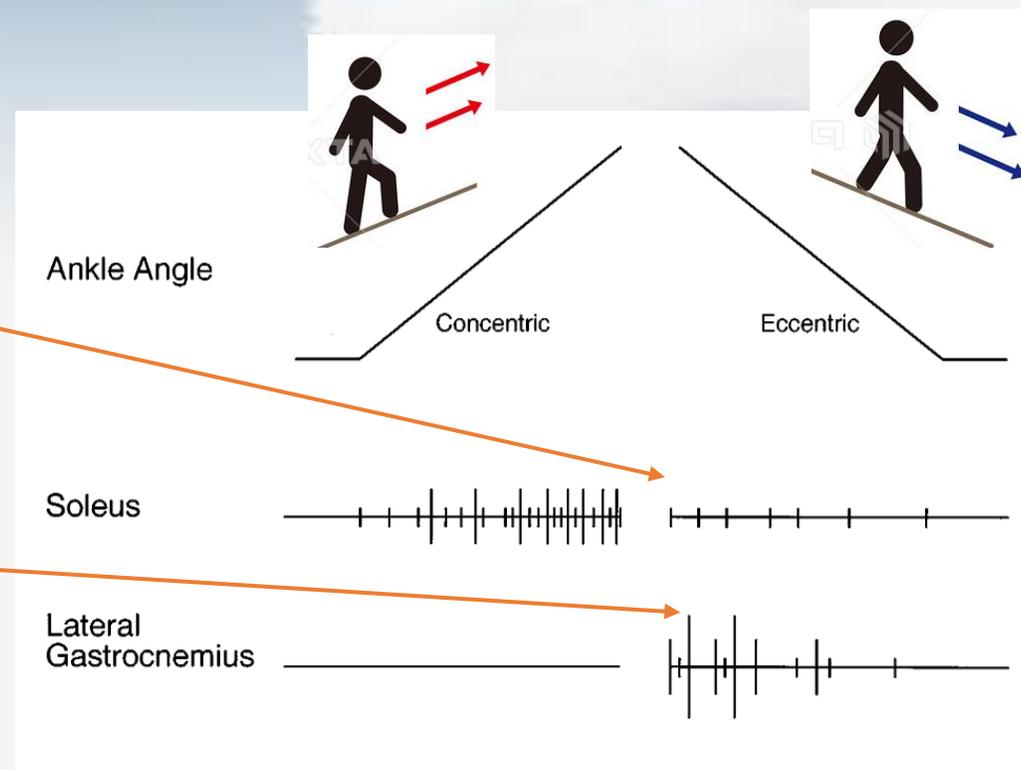
離心具有較低心肺負擔

在同樣運動功率下：

1. 代謝要求：離心 < 向心
2. 攝氧量：離心 < 向心
 - 離心只需要消耗向心 $1/4 \sim 1/5$ 的氧氣
3. 心輸出量：離心 < 向心
4. 心率：離心 < 向心
5. 血壓：離心 < 向心
6. 使用的運動單位：離心 < 向心
7. 自覺用力係數：離心 < 向心
8. 血液乳酸堆積：離心 < 向心
9. 脂肪氧化：離心 > 向心

離心運動獨特的神經控制肌肉策略

- 在**次大離心收縮**期間，會改變徵召動作單位的順序。離心收縮期間，經中樞和周圍神經刺激引起的肌肉中**電位較低**，以及在反復收縮期間有更強的**抗疲勞性**（減緩肌力減退）。
- 在**極限離心收縮**期間，能誘發**高興奮閾值運動單元**(如快肌的收縮控制)。這些運動單位在日常活動中使用雖少，但對於激烈的競技比賽和需要高強度快速肌肉收縮的反應動作至關重要。
- 神經策略的變化可以通過調節運動神經元所**支配肌肉及其協同肌和對側同源肌肉**的相對興奮性來實現。



離心運動可以強化交叉效應

交叉效應(Crossover effect)

交叉教育(Cross education)

- 訓練身體的一側，可以讓另一側進步，最高達22%，平均8%。
- 產生交叉教育或稱交叉效應。例如，當右腳受傷時，可以試著訓練左腳離心運動，不要因此停止訓練。
- 所以，離心運動不只在訓練肌肉功能，也在訓練神經控制能力。

Guilhem et al., 2010



離心運動具有特殊的神經肌肉活化策略



次大作功下，經中樞/周邊神經刺激肌肉電位較低，能減緩肌力減退。



最大作功下，能誘發較高興奮閾值的肌肉收縮，並改善運動單位的同步性。



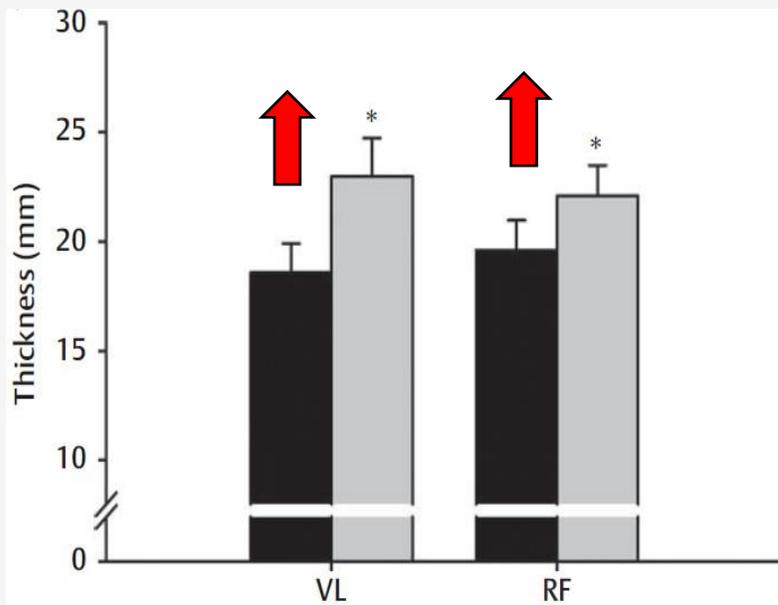
具抗肌肉疲勞特性及強化神經控制系統之交叉效應。

Guilhem et al., 2010

離心運動

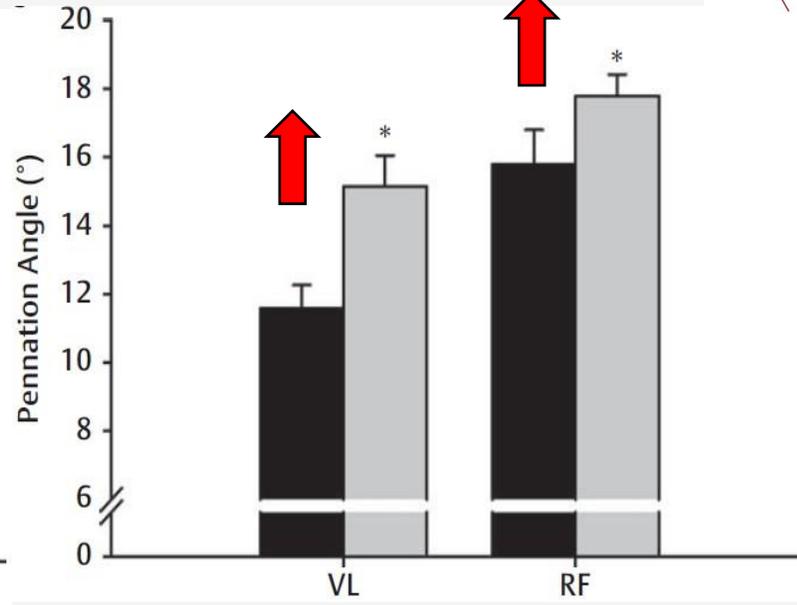
- 具有改善肌耐力，也可以增強肌力

肌肉厚度



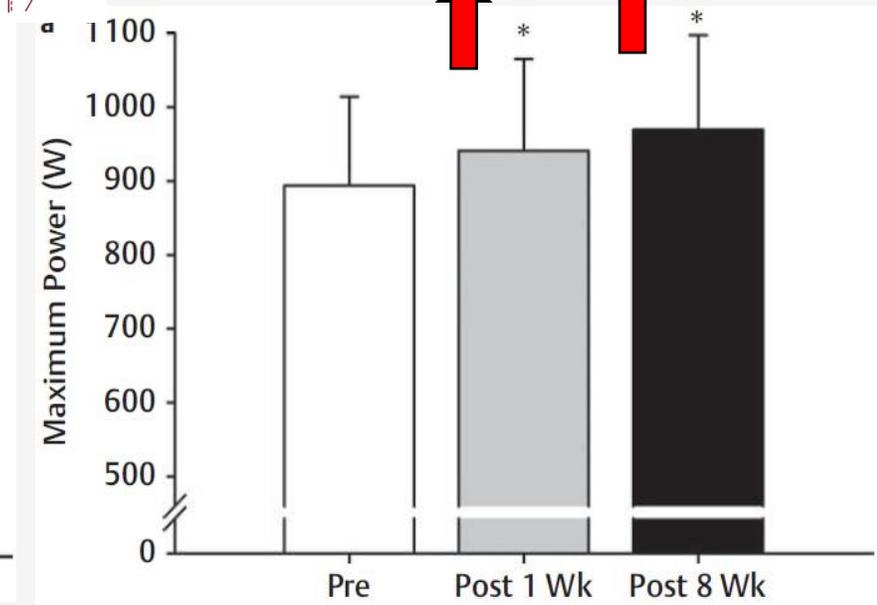
■ Pre ■ Post 1 week

肌肉羽狀結構角度



■ Pre ■ Post 1 week

最大肌肉收縮功率



Elmer, S. J. et al., 2010

離心運動可以轉化肌肉類型

離心導致 Type I 和 Type IIa 肌纖維比例增加

Effects of Eccentrically and Concentrically Biased Training on Mouse Muscle Phenotype

STEPHANIE HODY¹, ZOE LACROSSE¹, PIERRE LEPRINCE¹, MIKE COLLODORO², JEAN-LOUIS CROISIER^{3,4}, and BERNARD ROGISTER^{1,5,6}

¹GIGA-Neurosciences, University of Liège, Liège, BELGIUM; ²Laboratory of Histology-Cytology, GIGA-R and CART, University of Liège, Liège, BELGIUM; ³Department of Motricity Sciences, University of Liège, Liège, BELGIUM; ⁴Department of Physical Medicine, CHU of Liège, Liège, BELGIUM; ⁵Department of Neurology, CHU, University of Liège, Liège, BELGIUM; and ⁶GIGA-Development, Stem Cells and Regenerative Medicine, University of Liège, Liège, BELGIUM

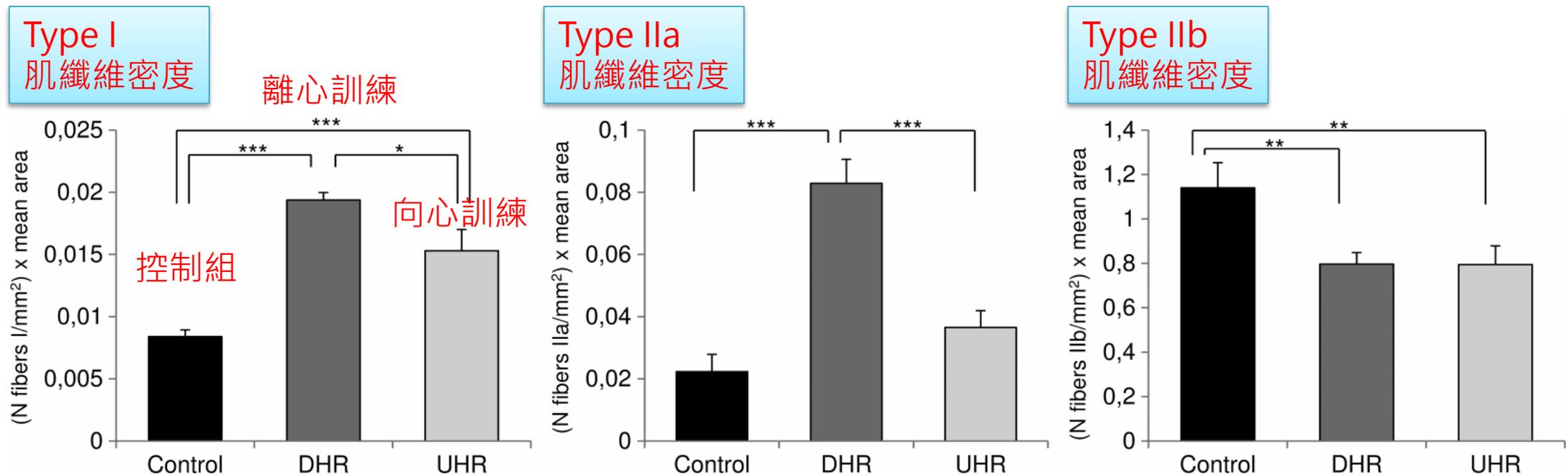
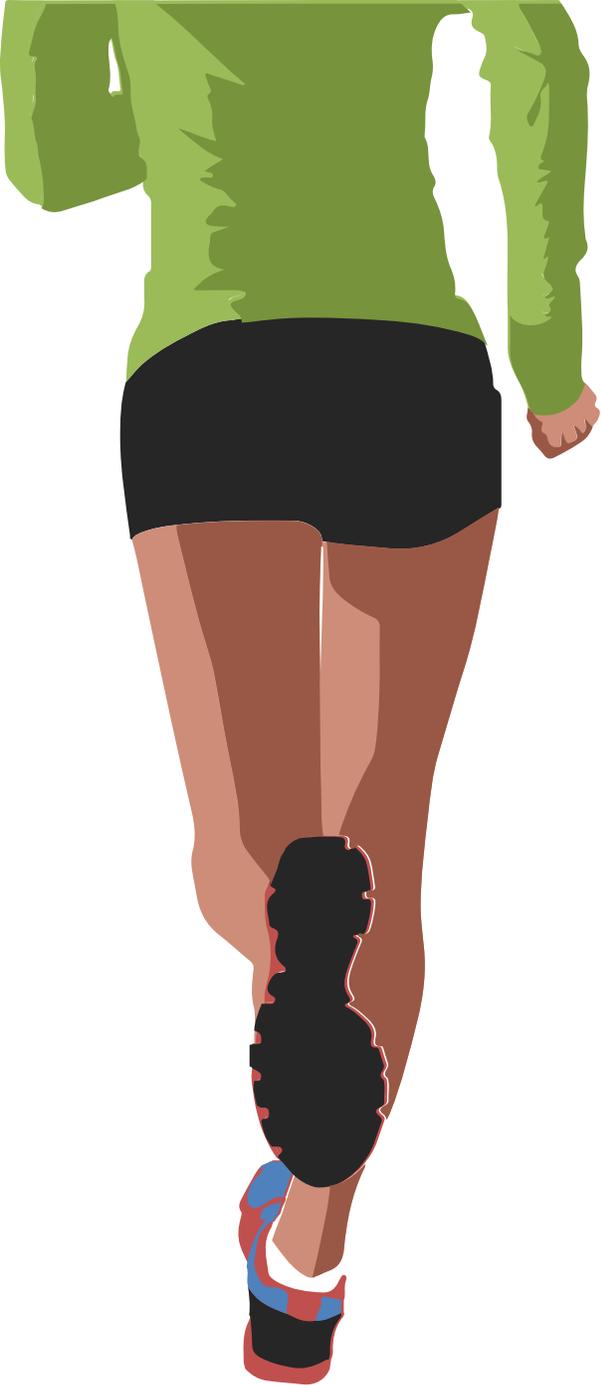


FIGURE 3—Proportion of Type I, IIa, and IIb muscle fibers. Values are expressed in mean \pm SEM. The proportion corresponds to the number of Type I, IIa, or IIb fibers normalized by the cross-sectional area of the *rectus femoris* muscle times their mean area (mm²). Significant differences between experimental groups are expressed as follows: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, and * $P < 0.001$.**

離心運動觸發肌肥大的機轉

1. 增加**類胰島素生長因子-1 (Insulin-like growth factor I, IGF-1)**表現
 - 促進骨骼生長、合成蛋白質、增加肌肉組織、減少脂肪、降低膽固醇、調節葡萄糖、電解質，都必須在 IGF-1 的協同促進下完成。
2. 增加**機械生長因子(Mechano-growth factor, MGF)**表現
 - MGF只在受損的肌肉細胞中被分泌，透過激活**衛星細胞**，達到細胞增生(Proliferation)，產生肌肥大、修復局部受損組織、以及其他重要的蛋白質合成。
3. 離心訓練可以使**肌肉質量更早增加**。



離心收縮的特色

產生高強度肌力



不同的生物分子反應

更高的衛星細胞活性
更高的合成代謝訊號



低代謝需求

較不易疲勞
輕鬆的自覺運動過程
較低的呼吸循環需求



特殊的神經肌肉策略

次大作功下，較少運動單位被徵召
最大作功下，較多運動單位被徵召
改善運動單位的同步性



離心運動增加等長肌力、縮短坐站起走時間，能降低跌倒風險！

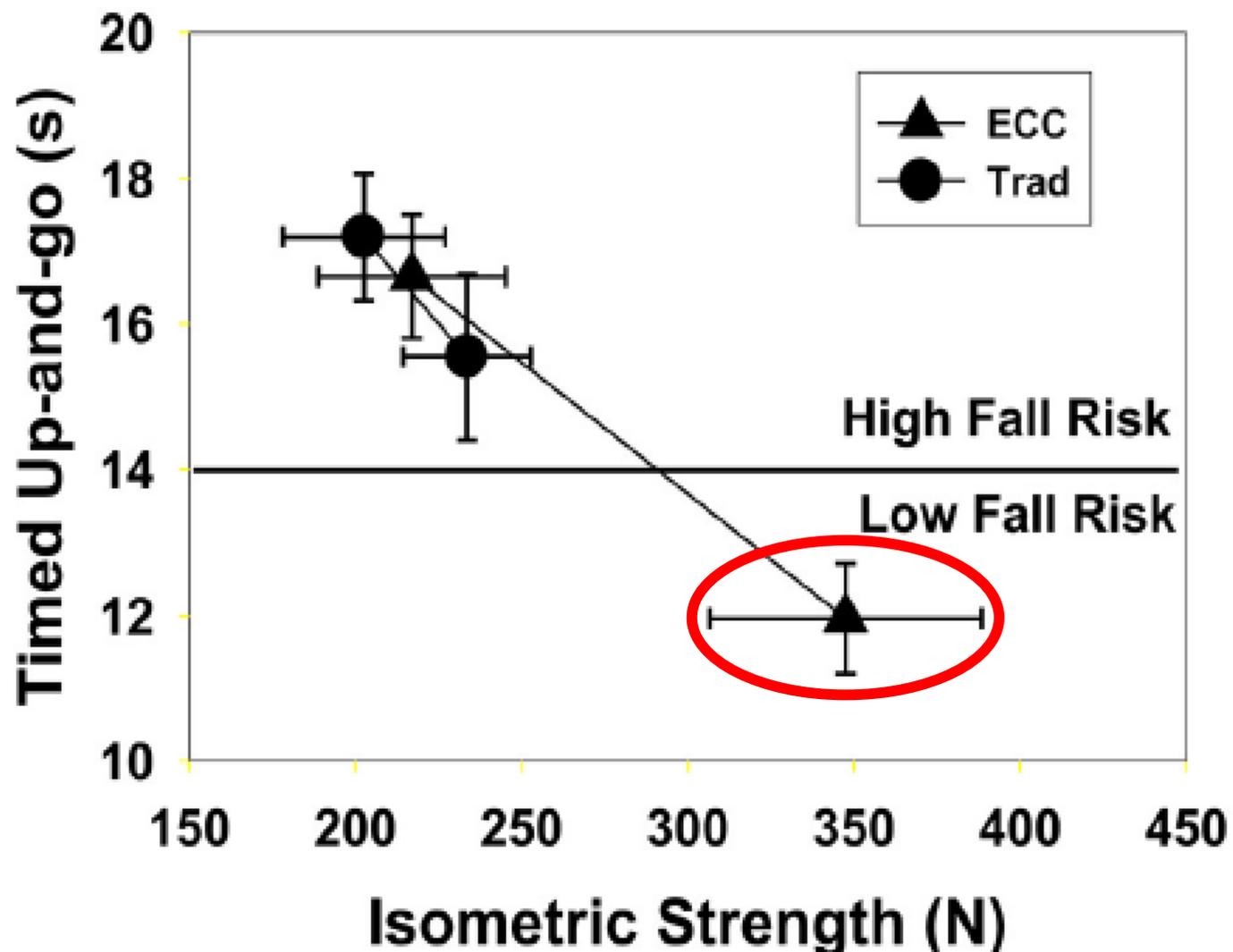
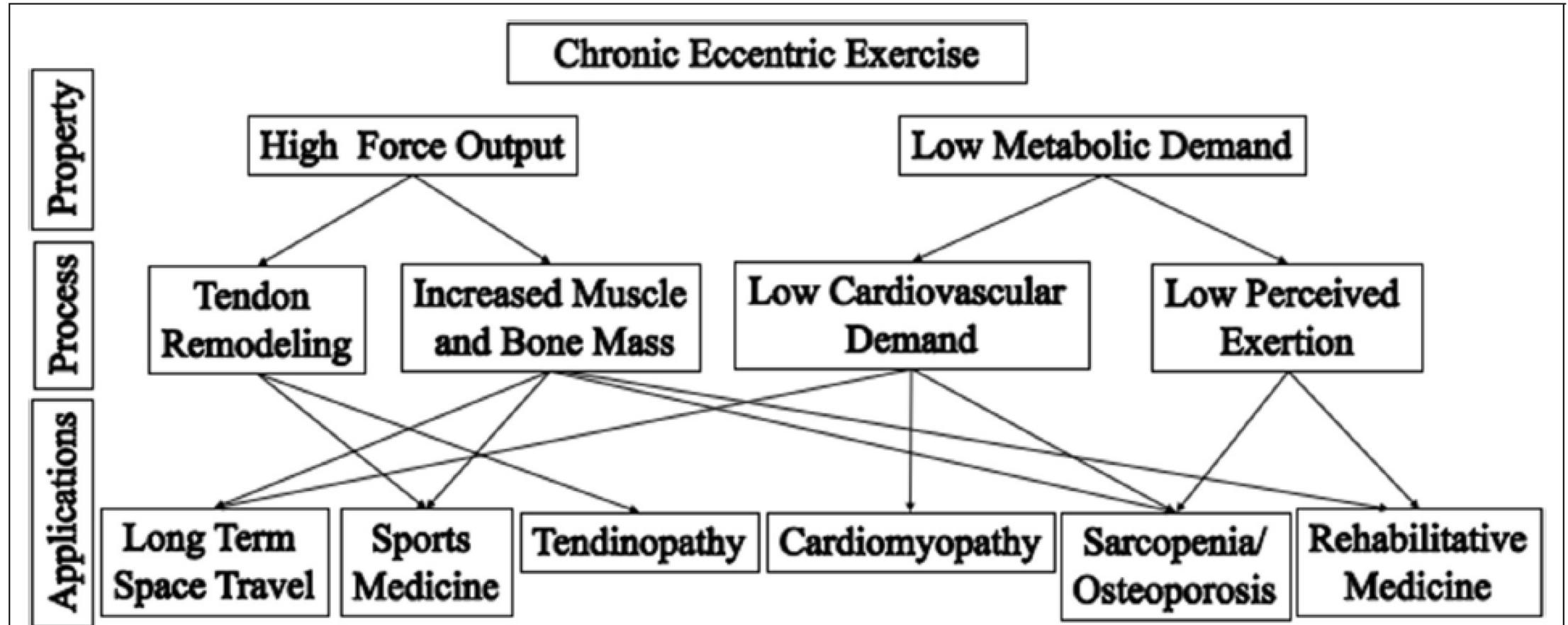


FIGURE 5 | Twenty-one frail subjects (mean age 80.2) were enrolled in an 11-week cardiopulmonary rehabilitation program. Control subjects (10) used traditional resistance training with weights (Trad, circles) while the others (11) used an eccentric ergometer (ECC triangles). The Trad group had an insignificant increase in isometric strength (15%, $p = 0.12$) but a 1.7 s improvement in their timed up and go performance ($p = 0.03$). In contrast, the ECC subjects had a 60% increase in strength ($p=0.001$) and performance on the timed up and go test improved by 4.7 s ($p = 0.001$); all but one subject changed from high to low fall risk. Reproduced with permission from LaStayo et al. (2003a).

離心運動在運動復健的應用



長期太空旅行

運動醫學

肌腱病變

心肌病變

肌少/骨鬆症

復健醫學

Pulmonary Rehabilitation

HELPS TO ►



Reduce
COPD
symptoms



Increase
physical
activity



Improve
daily life
function



Improve
emotional
health

Hospital



Home



Airway
clearance

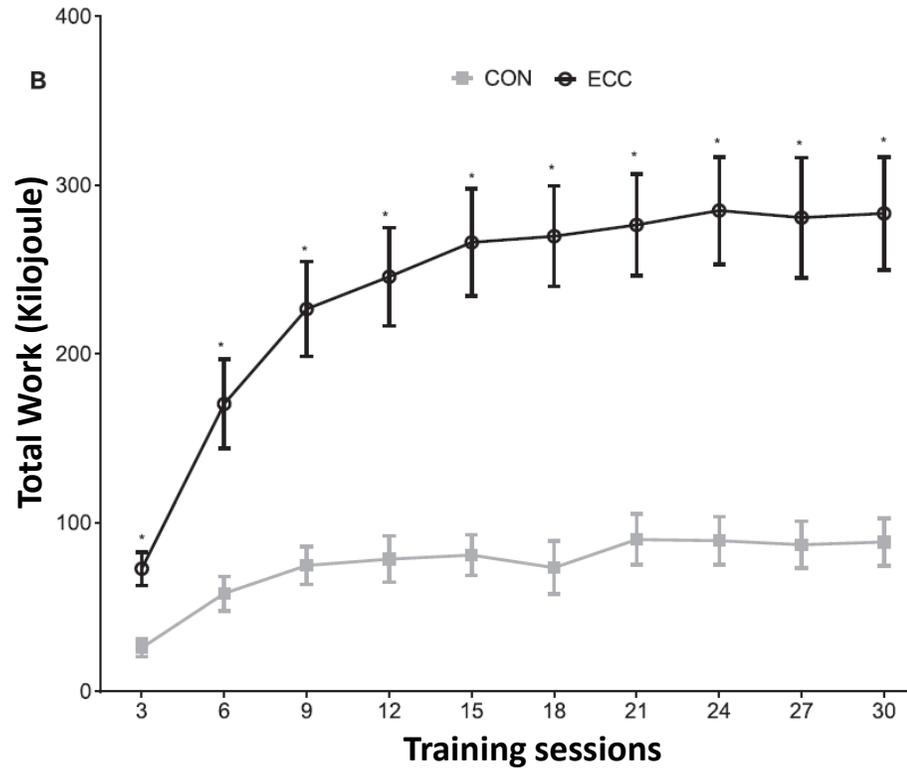
Exercise
training

Lung
expansion

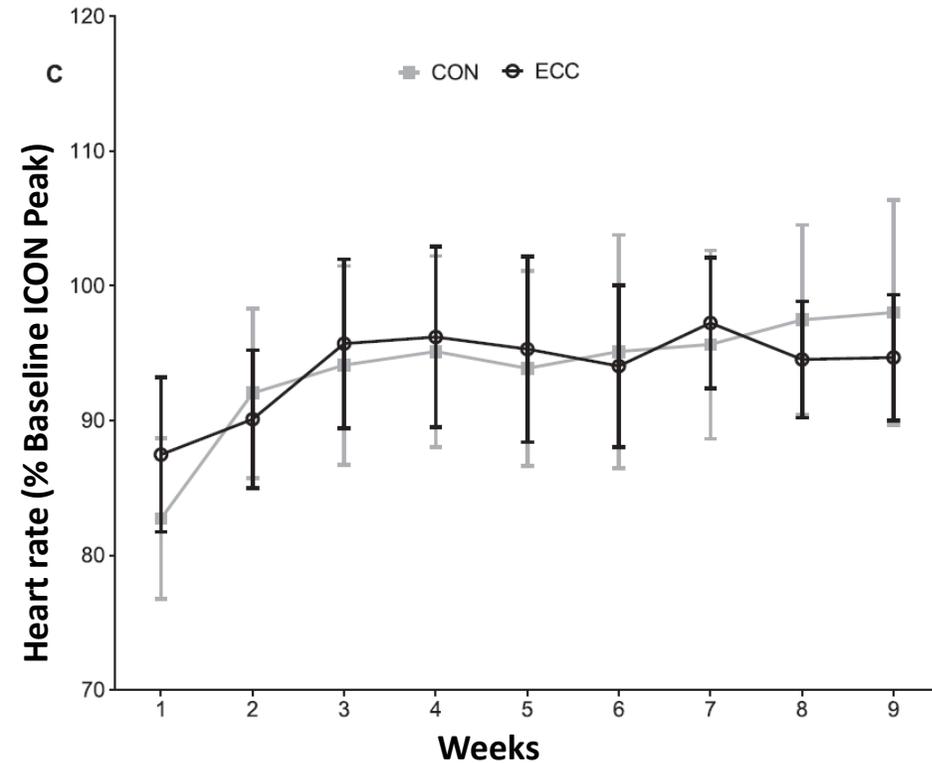
這是COPD合併中風右側無力的病人在肺復原室接受離心運動訓練



Eccentric Cycling Exercise VS Concentric Cycling Exercise

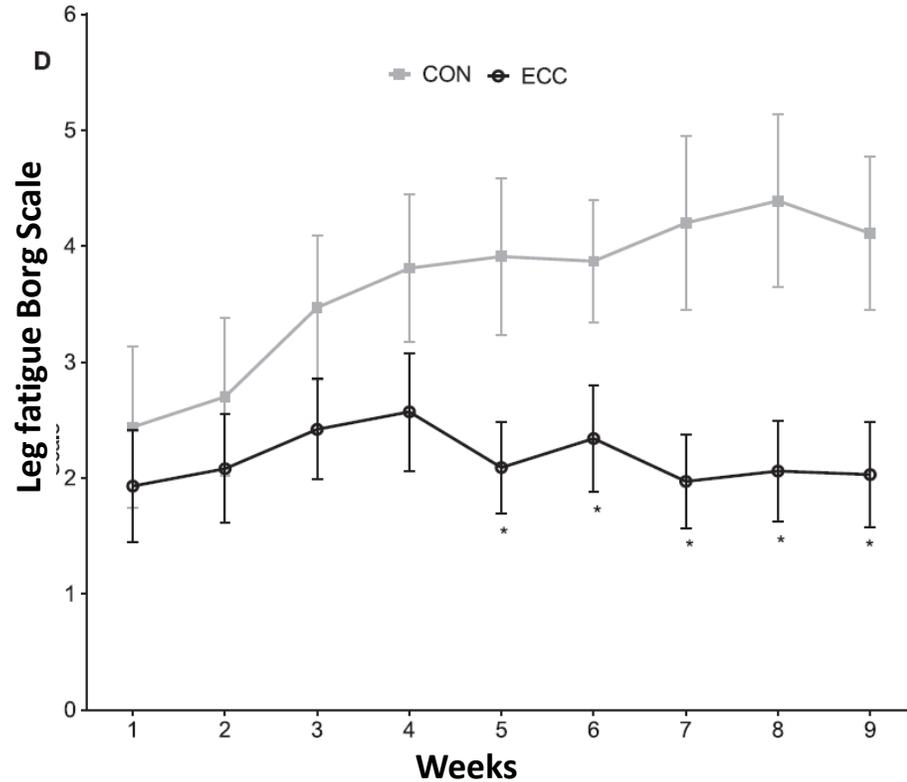


Higher workload

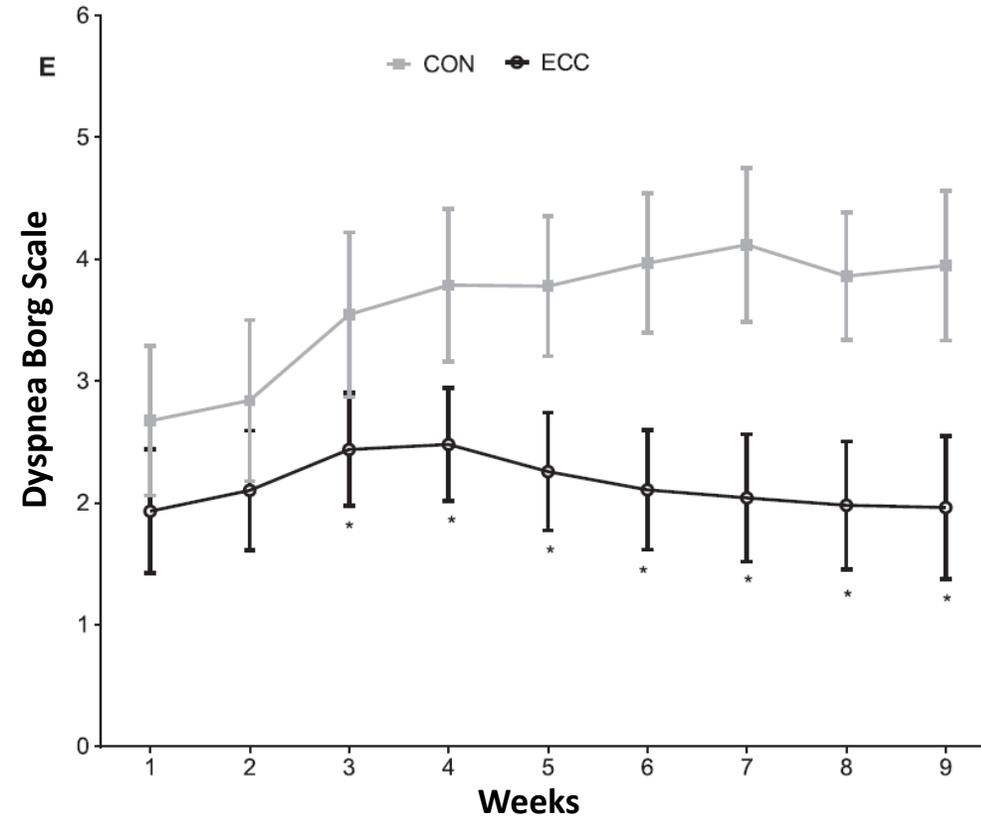


Similar heart rate

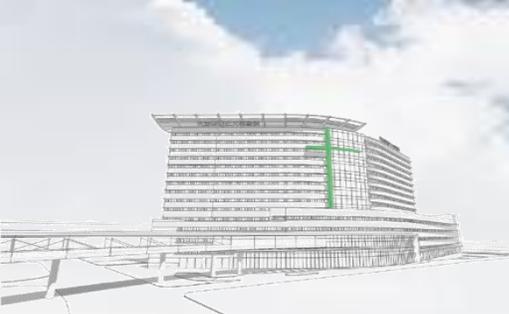
Eccentric Cycling Exercise VS Concentric Cycling Exercise



Lower Borg-L



Lower Borg-D



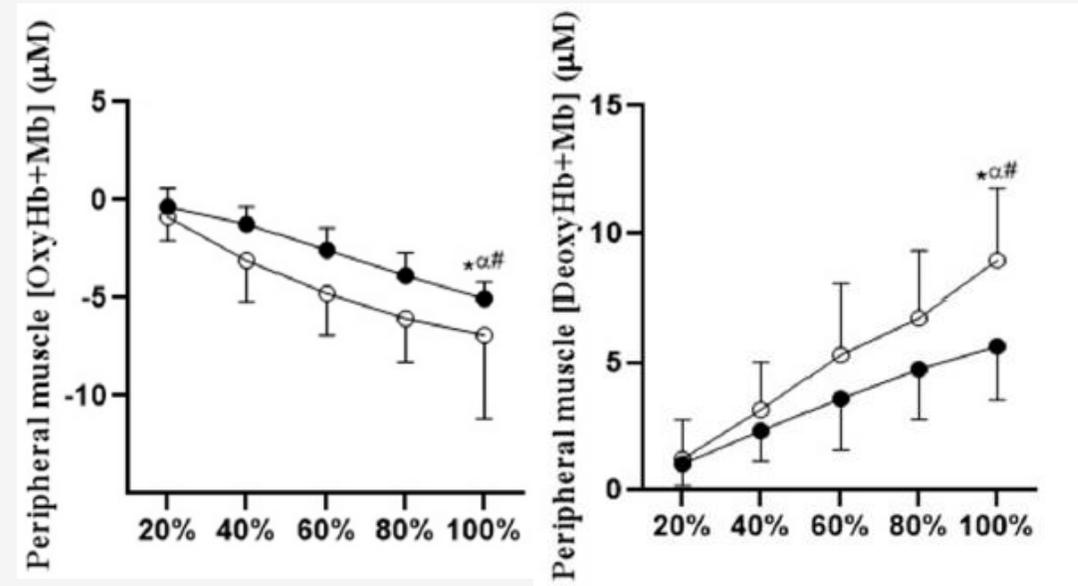
An Idea device for respiratory support during exercise ?

Can Non-invasive Ventilation Modulate Cerebral, Respiratory, and Peripheral Muscle Oxygenation During High-Intensity Exercise in Patients With COPD-HF?

Cássia da Luz Goulart¹, Flávia Rossi Caruso¹, Adriana Sanches Garcia de Araújo¹, Sílvia Cristina Garcia de Moura², Aparecida Maria Catai², Piergiuseppe Agostoni³, Renata Gonçalves Mendes¹, Ross Arena⁴ and Audrey Borghi-Silva^{1*}



- Noninvasive **positive pressure** ventilation (NIPPV)



Respiratory muscle unloading through NIPPV resulted in a redirection of blood flow from respiratory to locomotor muscles with positive effects on energy supply to the latter muscle group during exercise.

離心腳踏車結合正壓頭盔通氣

Eccentric Cycling Exercise Combined with Positive Pressure Helmet Ventilation



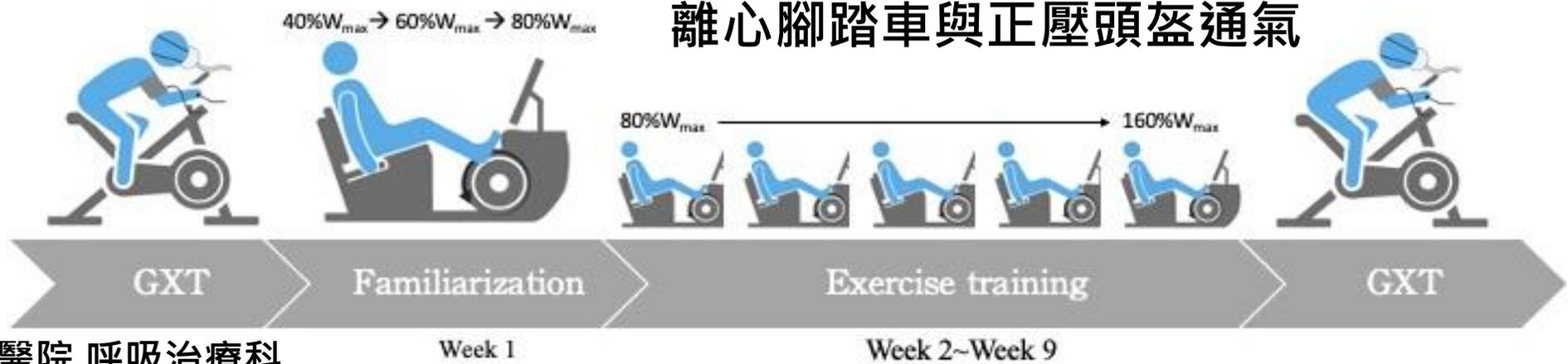
功率:
動作
遵從度



有效運動量 (METs):
健康遵從度 (健康幣)

心率:
生理
遵從度

離心腳踏車與正壓頭盔通氣



輔仁大學附設醫院 呼吸治療科

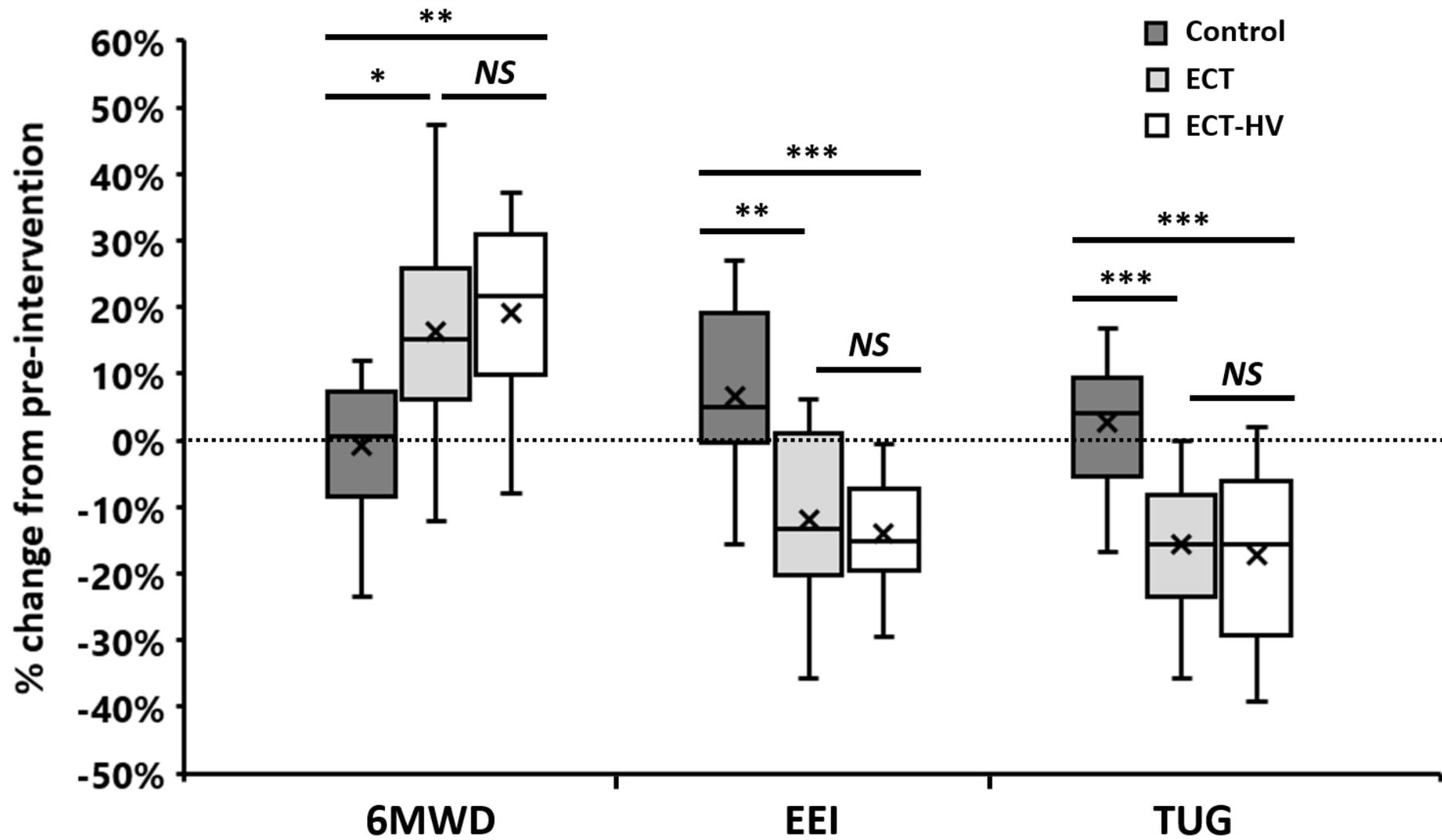
Exercise prescriptions		
Intensity	Warm up	60% W_{max}
	Training	80–160% W_{max}
	Cold down	60% W_{max}
	Keep 60~70 rpm	
Frequency	2 day per week	
Duration	Warm up	5 mins
	Training	30 mins
	Cold down	5 mins

Exercise dose schedule		
	S1	S2
Week 1	40%→60%	60%→80%
Week 2	80%→80%	80%→80%
Week 3	80%→90%	90%→100%
Week 4	100%→110%	110%→120%
Week 5	120%→130%	130%→140%
Week 6	140%→150%	150%→160%
Week 7	150%→160%	160%→160%
Week 8	160%→160%	160%→160%
Week 9	160%→160%	160%→160%

離心運動

離心運動與正壓通氣

	Control		ECT		ECT-HV		p value
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	
Subjects	13	11	15	14	13	12	
Peak performance							
VO₂, ml/min/Kg	17.9 ±3.5	17.6 ±2.9	17.3 ±3.7	17.2 ±4.5	19 ±4.8	18.2 ±3.9	.811
OUES, unit	681 ±209	649 ±135	643 ±197	628 ±179	714 ±339	772 ±376	.320
V_E, L/min	44.1 ±10.6	42.7 ±15.1	50.4 ±12.6	49.6 ±14.9	48.7 ±11.4	47 ±15.6	.540
VCO₂, ml/min	1228 ±322	1225 ±389	1247 ±278	1257 ±381	1302 ±290	1255 ±335	.974
V_E-VCO₂ slope	30.3 ±3.9	31.5 ±4.1	37.7 ±14.1	39.5 ±13.4	30.6 ±9	34.2 ±11.3	.180
Work-rate, watt	78.5 ±23	70.9 ±27.7 [†]	74 ±15.5	79.3 ±19	78.5 ±23	82.5 ±22.6	.470
HR, b/m	112 ±19.3	114 ±20.5	121 ±25.5	116 ±29.2	123 ±25.7	113 ±27.1	.961
Functional performance							
6MWD, meter	385 ±71	369 ±58	403 ±75	476 ±83 ^{††}	397 ±105	463 ±119 ^{††}	.014 [*]
EEl^a, b/meter walked	1.58 ±0.44	1.7 ±0.31	1.58 ±0.44	1.25 ±0.2 ^{††}	1.53 ±0.39	1.31 ±0.36 ^{†††}	.001 ^{**}
TUG sec	10.8 ±3.9	11.4 ±3.5	9.9 ±2.3	8 ±1.6 ^{†††}	10.3 ±3.5	8.5 ±3.1 ^{††}	.011 [*]
Lung function							
FEV₁, % pred.	72.2 ±21.7	73.4 ±21.5	63.5 ±22.6	63.7 ±22.2	58.2 ±19.5	60.6 ±23.6	.377
FEV₁/FVC, %	68.3 ±18.1	69 ±15	64.3 ±23	65.4 ±16.8	65.2 ±21.1	65.8 ±20.4	.866
Dyspnea score							
Borg-D at rest	1.2 ±0.9	0.7 ±0.8	1.0 ±1.0	0.4 ±0.6 [†]	1.3 ±1.2	0.9 ±1.2	.293
mMRC	1.5 ±0.9	1.5 ±1.1	1.1 ±0.9	0.9 ±0.7	1.7 ±1.1	1.4 ±1.1	.255
CAT	11.9 ±8.0	10.3 ±6.8	9.2 ±5.4	8.1 ±5.1	9.9 ±6.1	9.5 ±5.4	.626



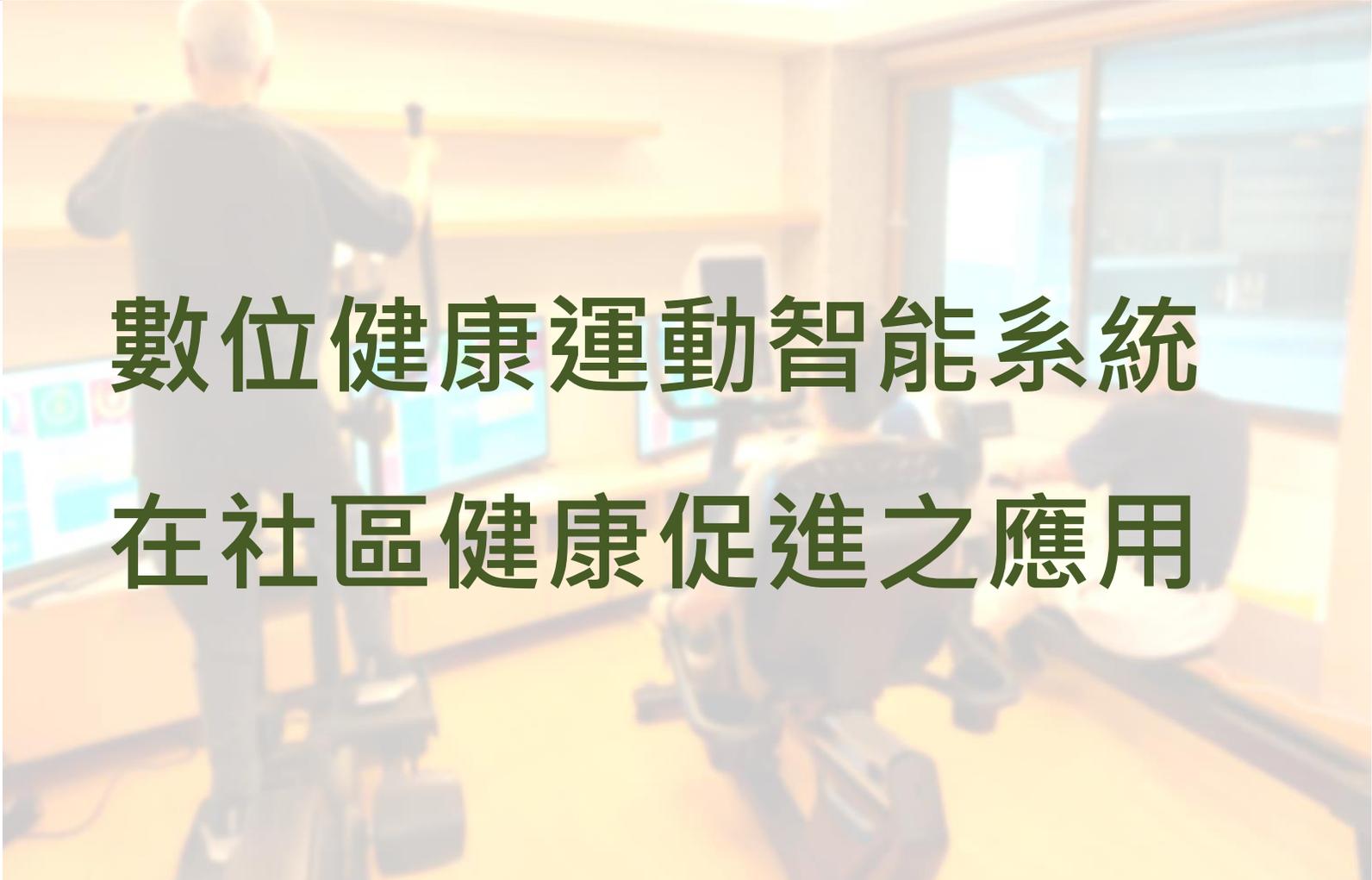
$$\text{Energy expenditure index (EEI)} = \frac{\text{HRmean (6MWT)}}{\text{Walking speed (6MWT)}}, \text{ beat/meter}$$

Clinical Implications

- Eccentric exercise training enhances muscle strength, improves functional performance, overload exercise, thereby training cardiorespiratory endurance, and ultimately enhances overall physical condition.

王鐘賢 博士

長庚大學 特聘教授

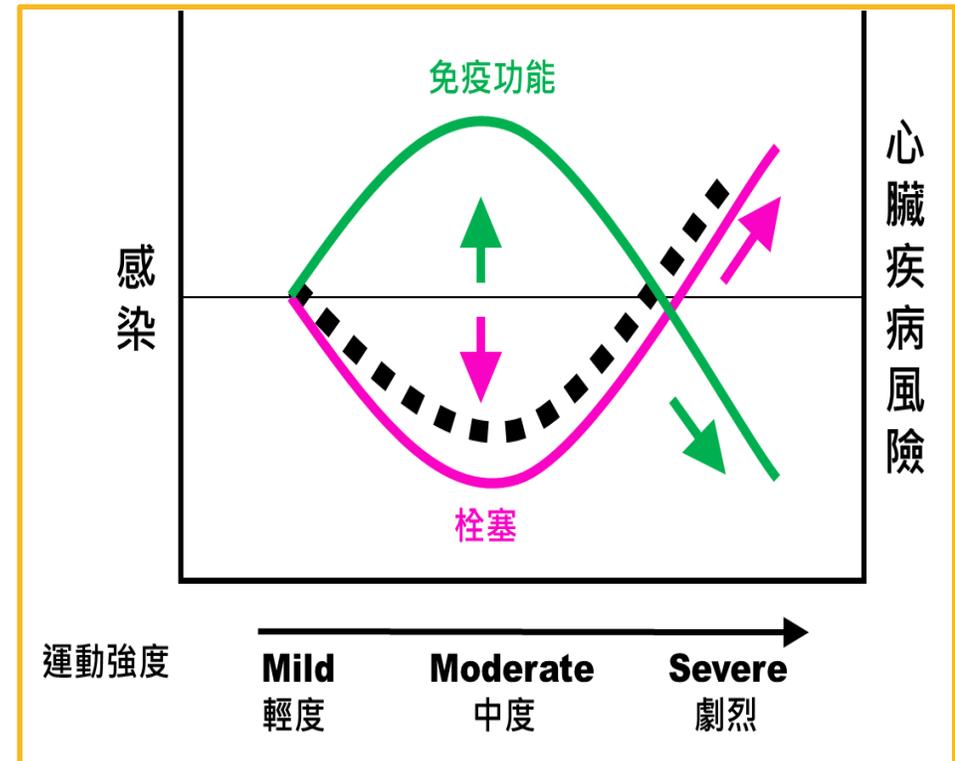
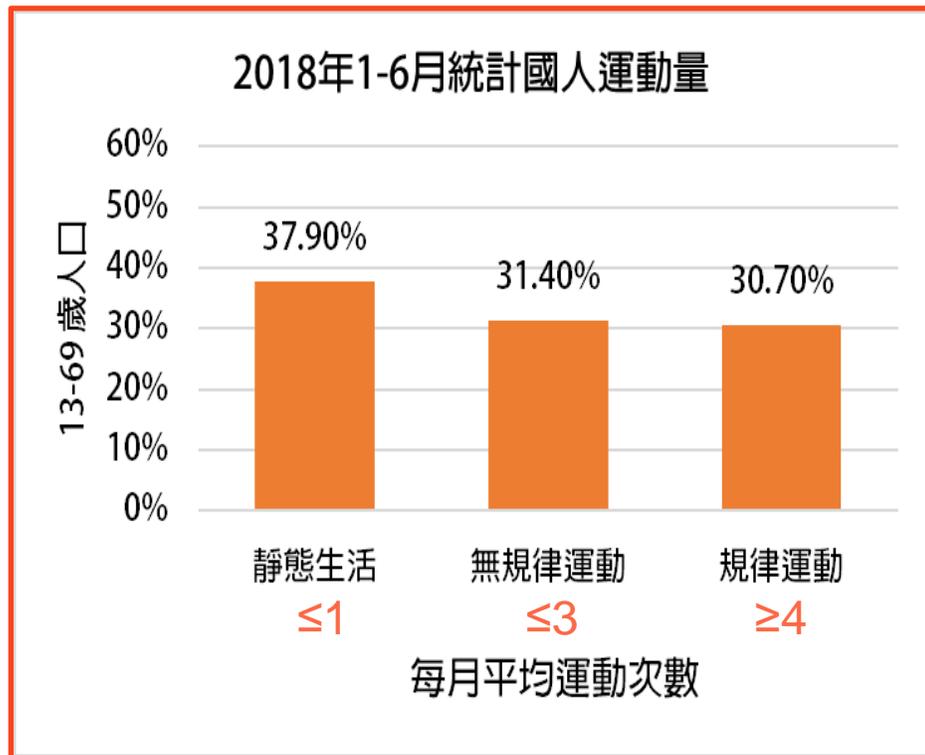


數位健康運動智能系統 在社區健康促進之應用

運動處方—運動既是「藥」

- 為特定目的而設計與健身有關的具體計劃，其由教練或復健人員為客戶或患者設計。
- 個人化的運動處方之制定需要有精密運動檢測和運動評估。

有效運動可增強免疫力、預防感染並降低癌症與心血管疾病罹患率



Changes in Cardiorespiratory Fitness and Survival in Patients With or Without Cardiovascular Disease

Kokkinos et al. J Am Coll Cardiol 2023;81:1137–1147

早安健康



和自己比就好

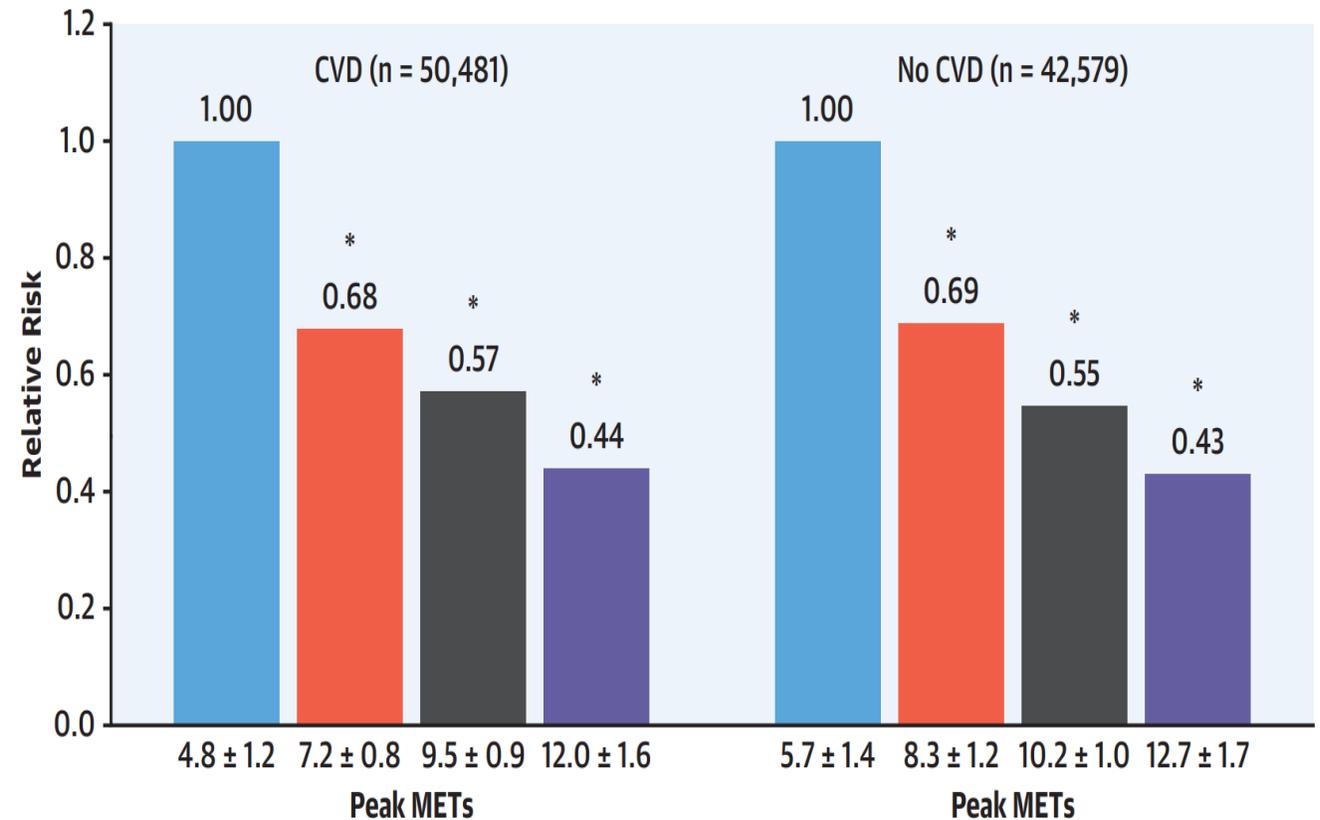
心肺耐力變好死亡率最高降43%!

有氧運動做到1指標強度就足夠

	CVD	
MR	Yes	No
Yes	a	b
No	c	d

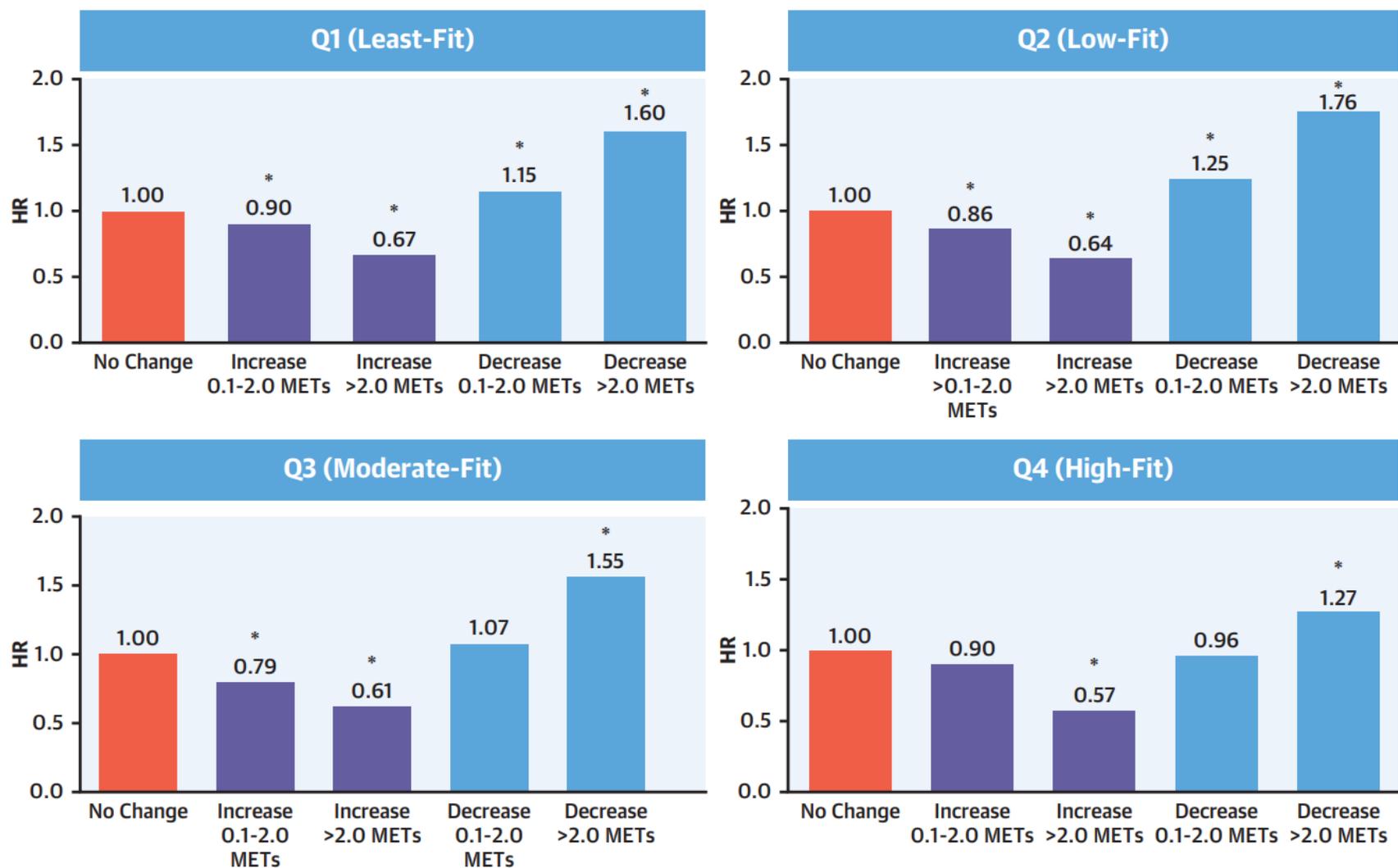
$$RR = (a/a+b) / (c/c+d)$$

FIGURE 1 Mortality Risk According to Baseline CRF Categories



Bars within the (left) cardiovascular (CVD) and (right) no CVD cohorts represent the cardiorespiratory fitness (CRF) categories based on the age-specific peak METs achieved on the initial exercise treadmill test. The mortality risk associated with the CRF categories is depicted by the HRs (numbers) above each bar. * $P < 0.001$.

CENTRAL ILLUSTRATION Mortality Risk According to Changes in Cardiorespiratory Fitness Categories



Kokkinos P, et al. *J Am Coll Cardiol.* 2023;81(12):1137-1147.

Bars represent the change in fitness within cardiorespiratory fitness (CRF) categories for the entire cohort. CRF categories were based on the age-specific peak METs achieved on the initial exercise treadmill test. Changes in fitness were defined as changes in peak METs from the initial to the final exercise treadmill test. The mortality risk associated with the change in CRF (METs) is depicted by the HRs (numbers) above each bar. * $P < 0.001$. Q = quartile.

想健康長壽 這個數據決定性最大

想要健康、長壽，我們到底該追求什麼數據？研究發現，與健康與長壽最相關的健康數據其實是VO2 max。這是什麼？如何測量？又該怎麼提升？



Hazard Ratio (HR)
表示某個時間下會發生事件的風險比

$HR = \exp(\beta_0 + \beta_1) / \exp(\beta_0)$ 。
93,060 participants aged 30-95 years (mean 61.3 ± 9.8 years). All completed **2 symptom-limited exercise treadmill tests**, 1 or more years apart (mean 5.8 ± 3.7 years) with no evidence of overt cardiovascular disease.

精準運動處方 (PEP) 對國民健康的影響

- ◆ 精準運動處方 (PEP) 一種可以改善基本體適能之技能、肌肉骨骼發育以及身體能量需求、體重控制的**非藥物性治療或疾病預防策略**。
- ◆ 以運動訓練變量(如訓練量、強度、頻率和恢復)作為**系統性建構與優化訓練計畫**，進行提升患者的生理與心理適應。
- ◆ PEP 的終端目標為從治療開始到結束，提高個人運動耐量、骨骼肌力量、平衡性和靈活性和健康生活質量(身體、社會和情感方面的復原力與包容力)。

精準運動處方 (PEP)

運動劑量



運動恢復



運動評估



運動建議



數位健康運動智能系統 (Pro-ACB)

目標 PRO	策略 ACB
P rescription 運動處方化	A ccuracy 運動劑量準確性
R eality 趣味實境化	C ompliance 運動依從性
O ptimization 個人最優化	B iofeedback 生理回饋性

核心技術

科學化運動處方應用於環狀運動系統，打造多人夥伴系統營造社交運動

健康風險評估系統

Functional Fitness	Indices	Stage	Levels		Score		
			A	B			
Aerobic Capacity	A. METs	0 1 2 3	D I F N	< 4 4 - 6 6 - 8 > 8	> 9 : > 4 9 - 12 : 4 - 5 12 - 15 : 5 - 6 > 15 : > 6		
	B. $Q_{O_2} : Q_{O_2}$						
Aerobic Efficiency	A. OUES	0 1 2 3	D I F N	< 600 600 - 800 800 - 1000 > 1000	$\downarrow Q_{O_2} : \downarrow Q_{O_2}$ $\downarrow Q_{O_2} : \downarrow Q_{O_2}$ $\downarrow Q_{O_2} : \downarrow Q_{O_2}$ $\downarrow Q_{O_2} : \downarrow Q_{O_2}$		
	B. $Q_{O_2} : Q_{O_2}$ (3µM)						
Exercise Tolerance	A. $V_E \cdot V_{CO_2}$ slope	0 1 2 3	D I F N	> 35 35 - 30 30 - 25 < 25	Fails V_E to exercise (+), $V_E \cdot V_{CO_2}$ slope < 25 (+) $V_E \cdot V_{CO_2}$ slope < 25 (+) < 25		
	B. EPB						
Quality of Life	A. SF-36 physical	0 1 2 3	D I F N	< 48 48 - 53 53 - 58 > 58	> 35 35 - 20 20 - 5 < 5		
	B. MLHFQ						
Total Scores				Disabled 0 - 3	Impaired 4 - 7	Fair 8 - 11	Normal 12

失能

健康

體適能測試系統



人工智慧運算系統



AIoT物聯網系統



智慧化環狀運動系統



國內一家健身器材製造廠商觀察到這樣的市場需求

- 發明專利申請案號 TW111128834
- 台灣專利證號 I458521, I555508, I597617
- 美國專利證號 US09682306B2, US10159444B2, US09724000B2
- 發明專利申請案號 TW110109221, CN202110277792.7, US17/574515, JP 特願 2021_111638

精準運動 與 全人健康

• 以**全人健康**著眼之**五大核心策略**

- 1) 客戶(會員)的分類管理
- 2) 健康/醫療風險的評估
- 3) 健康/技能體適能的評量
- 4) 精準運動處方的擬定
- 5) 運動遵從度與生理反應之資訊回饋與成效評估。



• 以**Pro-ACB** 設定目標與執行方案

- 運動處方化 (prescription)、趣味實境化 (reality) 與個人最優化 (optimization)
- 運動精準性 (accuracy)、高依從性 (compliance) 與具生物回饋 (biofeedback)
- 訴求「精準運動」、「健康促進」與「雲端服務」的共同價值。

T-SoX弘昇健康科技從事「精準智慧環狀運動系統」與健康幣整合將掀起健身市場革命

文/唐煒哲

台灣邁入高齡化時代 精準運動商機

台灣邁入高齡化時代，國科會高齡科技產業策略會議表示，台灣2026年老人占比將達20.8%、約500萬人，台灣高齡化進展非常快速進入「超高齡社會」，因此高齡科技將有迫切性需求以及帶來龐大商機，預估未來十年是高齡科技的「黃金十年」。

國科會表示，台灣人口老化也觸發新商機。今年長照預算已逾800億元，每年逾8,000億元健保支出，台灣必須提早預

警及準備，因應超高齡社會的到來，政府已積極針對社會住宅、智慧住宅、高齡照護等各項措施做好準備。高齡科技，期望未來五年、十年也能成為龐大新興商機，能為國家增加稅收。

有鑒於此，因應高齡社會的來臨，T-SoX弘昇健康科技股份有限公司陳朝泉董事長，集團從事運動健身器材全球品牌代工多年，深知運動健康產業將面臨轉型，投入大健康產業，將智慧科技融入產品設計，提升高齡化的友善使用，倡導

健康老化延緩失能的產品規劃，可以降低醫療與社會成本。近幾年積極與大學物理治療系產學合作開發相關產品，據王鐘賢特聘教授指出規律運動習性可改善身體機能和生活品質，降低罹病風險，甚至延長壽命。因此，如何達到「健康老化(healthy aging)」的目標，建立全面性健康與運動的照護策略是亟待發展之事。

T-SoX團隊整合大學醫學院物理治療系與運動科技產學合作夥伴之開發產品，結合陳朝泉董事長之昌祐科技國際股份

有限公司所屬集團上下游廠，於2021年成立新創公司弘昇健康科技股份有限公司，專職從事「精準智慧環狀運動系統」之開發，測試場域有長庚大學育成中心和昌祐集團員工運動中心。臨床研究合作夥伴有長庚養生文化村體適能中心、長庚基隆情人湖復健科、輔大醫院肺復原中心等，並且今年3月與北投國民運動中心合作，成立第一家以個人運動處方為課程導向之「精準運動」教室並對外營業。



● T-SoX弘昇健康科技股份有限公司陳朝泉董事長。
圖/T-SoX弘昇健康科技提供

「精準運動指導員」認證計畫，居家健身器材導入區塊鍊健康代幣



● 左起永續協會張火木秘書/T-SoX董事長陳朝泉/顧問王鐘賢特聘教授/T-SoX執行長蔣琦瑤。
圖/T-SoX弘昇健康科技提供

運動執行在於人機互動機器學習，教練培訓成為T-SoX首要目標，將與相關醫學院與體育大學，結合協會與工會開辦「精準運動指導員」認證計畫，期待吸引相關產業教練進修，也提供在學學生多元實習管道與未來就業機會。並與區塊鏈商模及多層次行銷商模，導入學習誘因。

目前許多外溢保單都是以計步或步行為主，T-SoX智慧運動每一台機台都有運動數據(阻力，速度，運動時間)與使用者心率，都是以去中心化可達成區塊鏈的技術基礎指標，T-SoX目前是以MeTs運動工作為記錄成效，日後會員可以拿此數據與會員中心交換等值運動獎勵，如月費折扣減免，禮物兌換，會員間也可相互交換，除得自身健康外，又有活動後的目標獎勵。

T-SoX App後台已串接自家運動健身器材外，也開發出電子跳繩，AB滾輪，電子握力器諸多產品，運動器材串接FTMS藍芽標準通協在家也可以使用。場域中可串接相關運動器材及運動歷程。

場域贈予會員等值健康代幣，代幣可抵扣月費或課程，若代幣使用完畢，會員可努力運動後賺取相關等值代幣或直接

首家T-SoX環狀精準運動2023年3月設置在北投運動中心

T-SoX環狀精準運動2023年3月設置在北投運動中心，量身打造的個人化運動課程，搭配五種有氧健身器材，每項使用五分鐘，只要運動三十分鐘配合個人化規劃，就可達到減重/增肌/助眠等預期運動益處。環狀精準運動課程與教練指導提供個人化運動指導建議，提高個人健康與降低疾病風險。復健科許智欽副教授主治醫師表示「精準環狀運動」強調在於精準評估與個人化運動設計，訂製出運動處方。面臨高齡化的醫療問題，「精準環狀運動」與健康管理與遠端照護

異業聯盟，強化健管團隊到運動中心或社區進行健康諮詢，減輕醫療的成本負擔，更是未來新穎健康介入之指引方案。T-SoX健康管理方案採用全家寶(英華達)雲端健管量測系統，包含心電圖、血壓、血糖、總膽固醇和尿酸等生理數值，配合InBody體脂計，了解會員目前運動前及運動後身體狀況，這種新型運動與健康管理的結合，相較於健檢中心檢查與營養建議卻無配套的自主運動更有意義，是值得推廣的全民健康促進方案。

另一項T-SoX環狀精準運動

的會員能獨享次大強度運動測試，量測個人體能指標—預估最大攝氧量(predicted VO2 max)，再配合問卷調查，制定個人化運動處方。本運動處方依照ACSM美國運動醫學學會的運動指引，並且與大學物理治療系王鐘賢特聘教授產學合作制定規範。

U.CR+必和創意設計公司提供BMS/TENS穿戴式電療輔助產品於北投運動中心的T-SoX精準運動場域，讓消費者自行選購。動力式肌肉刺激器(BMS，衛署醫器製字第004871號)的衛署公告效能能夠輔助改善區

域肌力、增強局部肌肉質量的輔助工具。低週波治療器(TENS，衛署醫器製字第005281號)的衛署公告效能能夠促進局部血液循環、減輕肩胛疼痛、末梢神經麻痺和舒緩關節等的急性疼痛狀況，可針對一般身體疼痛部位進行疼痛舒緩。U.CR+穿戴式電療產品和運動機能服飾皆為國產自有開發，具有多項發明專利與2021年發明金牌獎，此項技術也應用中科院開發的VR散技模擬訓練。U.CR+多樣優質產品提供北投運動中心課程會員，讓運動過程提供保護、提升運動成效，帶來優質且平價的服務系統。

← T-SoX環狀精準運動2023年3月設置在北投運動中心，量身打造的個人化運動課程。

So-exercise 索賽斯環狀運動 Circuit Exercise

圖/T-SoX弘昇健康科技提供



(一) 客戶(會員)的分類管理

採用美國運動醫學協會(ACSM)的身體活動風險調查問卷(PAR-Q+)。篩選出風險較高的族群則會轉介給醫療單位管理者做進一步專業版運動前健康篩檢與風險評估。

(二) 運動前健康的評估

運用遠端光體積描記 (rPPG) 的技術，不需身體接觸而能連續偵測心率及心率變異程度。利用巨量且完整的健康資料庫判斷體能狀態，再結合視訊的應用，快速制定安全且有效的健康計畫。



Smart home health care system





(三) 健康/技能體適能評量

此體感評估系統是一套基於3D深度影像結合2D色彩影像辨識與量測技術的系統，針對銀髮族開發 健康體適能與平衡控制 評估系統。此系統內建功能常模，可進行 跌倒風險等級分析，準確提供醫護人員作為後續的改善與復健建議。

銀髮族體適能評估

會員：周政憲

測試項目：

- 肌耐力 (2016/10/17): 30秒, 待改進 (10次)
- 柔軟度 (2016/10/17): 2分鐘, 良好 (0.2 cm)
- 心肺適能 (2016/10/17): 2分鐘, 良好 (9次)

一鍵開始 | 總體評估結果

銀髮族平衡控制評估

會員：Aged

測試項目：

- 三公尺折返走 (2016/03/17): 30秒, 正常 (0.9s)
- 五次坐站 (2016/03/07): 30秒, 良好 (8.1s)
- 功能性伸展 (2016/03/14): 30秒, 良好 (43.4cm)
- 閉眼平衡 (2016/03/17): 30秒, 良好 (完成4個關卡)

總體評估結果

銀髮族健康體適能評估報告

會員編號	姓名	年齡	性別	測試時間
3	周政憲	25	男	2016/10/25

綜合評分：55分 (中)

心肺：良好
肌耐力：待改進
柔軟度：良好

肌耐力檢測結果低於平均值，請留意並加強訓練。

身體數據			
測試項目	身高	體重	BMI
測試結果	176cm	60kg	19.4
參考標準	N/A	N/A	18.5~23.9
名稱解釋	BMI: 身體質量指數，衡量人體胖瘦程度以及是否健康的一個標準		

體適能分析			
心肺耐力 (兩分鐘腳踏抬腳)	評價	左/右腳完成次數	作功效率
	良好	109次/109次	0.22
	平均心率	最大心率	測試結果
115 bpm	128 bpm	109次	
參考標準	待改進	良好	優
	86	▲	115

柔軟度 (椅子坐深膝前彎)	評價		
	良好		
	第一次成績	第二次成績	第三次成績
	-3.2cm	1.7cm	-3.8cm
參考標準	待改進	良好	優
	-16.52	▲	3.81

銀髮族平衡控制評估報告

會員編號	姓名	年齡	性別	測試時間
3	周政憲	25	男	2016/10/25

綜合評分：100分 (優)

三公尺折返走：正常
五次坐站：正常
功能性伸展：正常
閉眼平衡：正常

三公尺折返走與五次坐站測試結果高於平均值，請持續保持。

平衡控制分析				
三公尺折返走	風險等級	最大心率	平均移動速度	行走時間
	正常	108 bpm	1.1 m/s	5.1秒
	起身時間	過彎時間	坐下時間	總時間
	1.7秒	0.9秒	1.3秒	9.0秒
參考標準	高度風險	中度風險	低度風險	正常
	30	20	12	▲

五次坐站	風險等級	最大心率		
	正常	0 bpm		
	平均心率	總用時		
	0 bpm	9.3秒		
參考標準	高度風險	中度風險	低度風險	正常
	16.7	13.7	11.2	▲

功能性伸展	風險等級	平均成績		
	正常	28.8cm		
	第一次成績	第二次成績	第三次成績	
	25.9cm	29.7cm	30.8cm	
參考標準	高度風險	中度風險	低度風險	正常
	0	15.1	25.4	▲

閉眼平衡

<<

周政憲 ✓

銀髮族體適能評估

銀髮族平衡控制評估

體適能評估紀錄

平衡控制評估紀錄

體適能健康檔案

平衡控制健康檔案

施測者：Sherry
2016.10.25 16:29

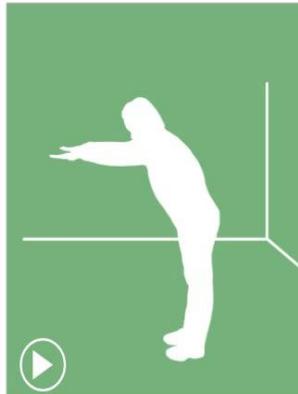


三公尺折返走

上次測試：2016/10/25



Normal(9.0s)



功能性伸展

上次測試：2016/10/25



28.8cm

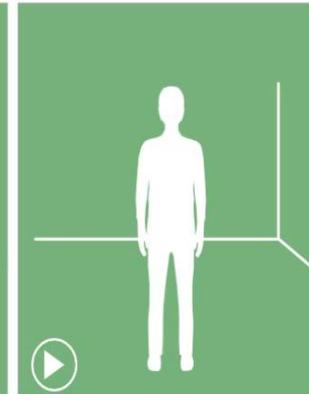


五次坐站

上次測試：2016/10/25



15.1s



閉眼平衡

上次測試：2016/10/25



完成3個關卡

一鍵開始

總體評估結果

三公尺折返走

<< Aged 

銀髮族體適能評估

銀髮族平衡控制評估

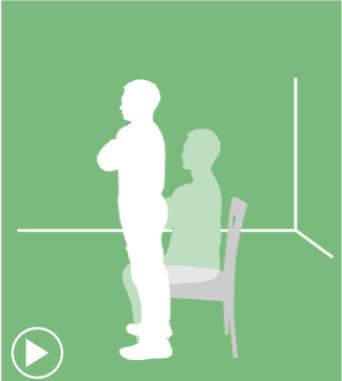
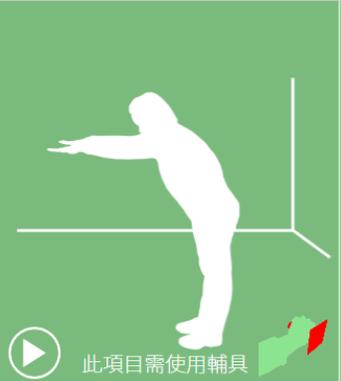
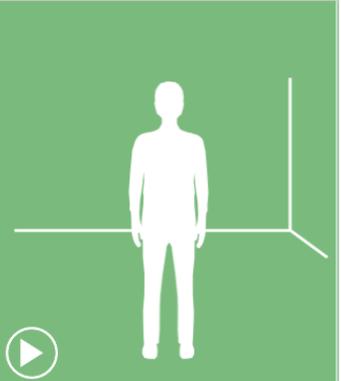
體適能評估紀錄

平衡控制評估紀錄

體適能健康檔案

平衡控制健康檔案

施測者：Sherry
2016.03.22 11:46

 <p>三公尺折返走 上次測試：2016/03/17</p> <p>☹️ 😐 😊 😄 Normal(9.9s)</p>	 <p>五次坐站 上次測試：2016/03/07</p> <p>☹️ 😐 😊 😄 8.1s</p>	 <p>此項目需使用輔具 </p> <p>功能性伸展 上次測試：2016/03/14</p> <p>☹️ 😐 😊 😄 43.4cm</p>	 <p>閉眼平衡 上次測試：2016/03/17</p> <p>☹️ 😐 😊 😄 完成4個關卡</p>
---	--	---	--

總體評估結果



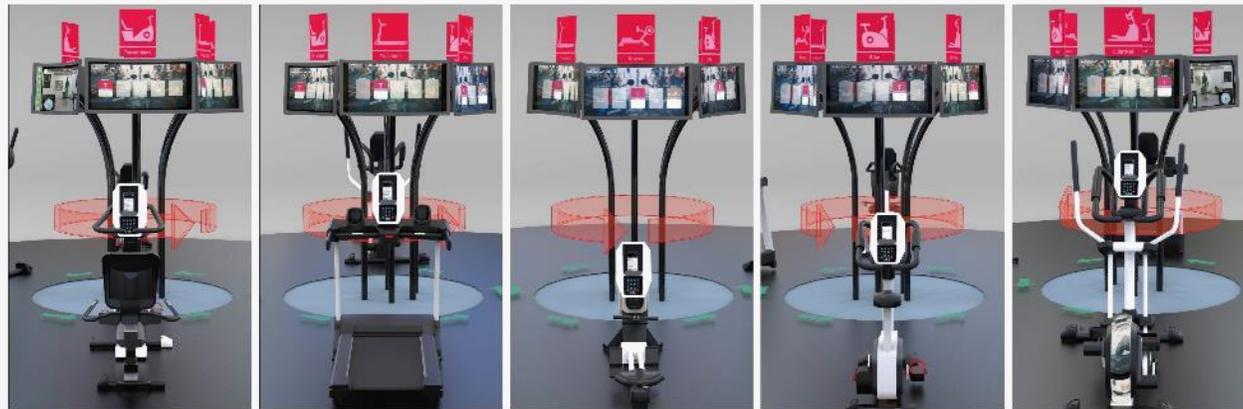
(四) 精準運動處方的擬定-環狀運動系統

側重於改善系統性健康體適能，訓練策略涵蓋核心肌群 (軀幹肌群) 到周邊肌群 (下肢/上肢肌群) 的運動區塊，以及從閉鎖鏈式運動到開放鏈式運動模式。

此訓練策略由於運動型式變化多元而全面，能提高學習興趣，同時又能有效增強心肺和肌適能。

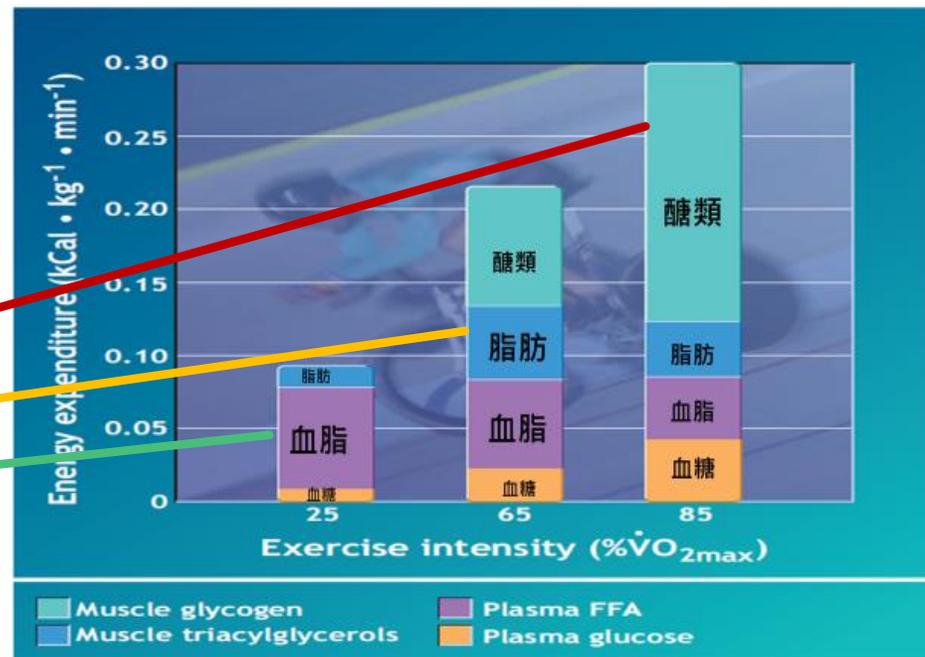


斜躺式腳踏車 → 跑步機 → 划船機 → 立式腳踏車 → 橢圓車



Recumbent Treadmill Rower Bike Elliptical





長庚養生文化村 打造健康樂齡生活

運用智能科技 建立安全有效的精準運動處方 邁向「精準健康」目標

【桃園訊】台灣預估2025年65歲以上的高齡人口比例，將達到20%（460萬人），正式邁入「超高齡社會」，未來如何提升高齡者健康相關適能，以早期預防疾病，提升生活品質，為重要課題。

長庚醫療體系，其中的長庚養生文化村，秉持「活得好、老得慢、病得輕」之目標，導入台塑生醫的i醫健康診所與長庚大學物理治療系，連結合作新世代的「智慧環狀運動系統」，同時，更運用多項生物感測裝置，分析個體健康和技能相關體適能的變化。藉由人工智慧與物聯網科技，以及

結合台灣大哥大5G通訊技術，整合醫療和健康數據，轉譯應用於個人化運動處方設計與運動器材控制。

經過18周運動訓練課程，住民依個別性體適能促進方案與運動建議，於3項運動器材進行訓練，可從系統畫面中得知自己運動成效，與即時反應運動是否超過身體負荷，予以紅色「危險」警示。參與運動訓練者均表示，體力、肌力等有明顯提升，成果佳並頗受好評。

該村配合「精準運動、精準健康」之目標，此系統在2022年台灣創新技術博覽會，獲得「鉑金獎」榮譽。在



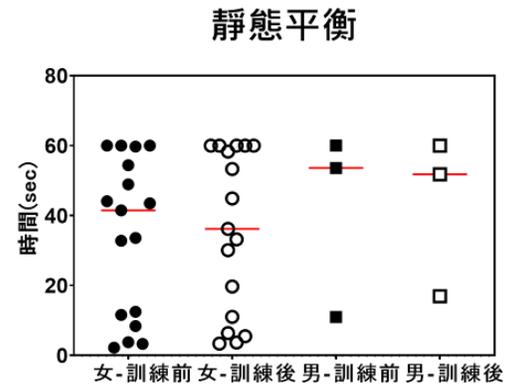
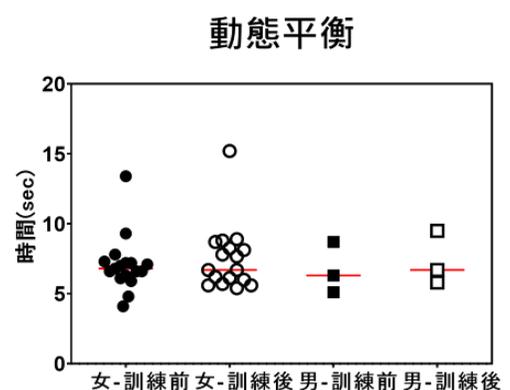
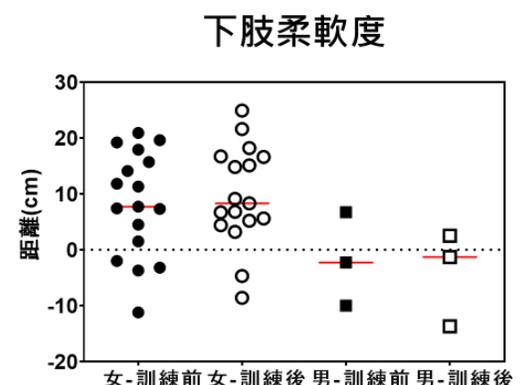
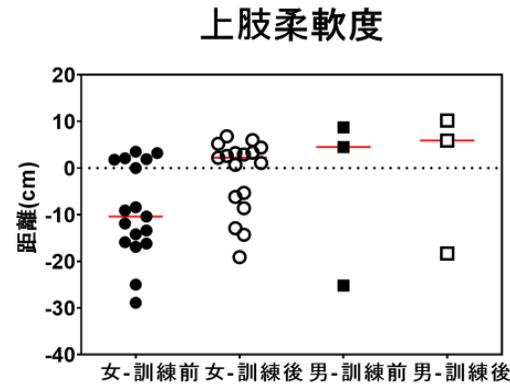
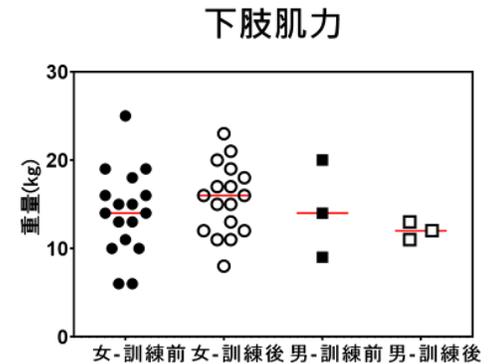
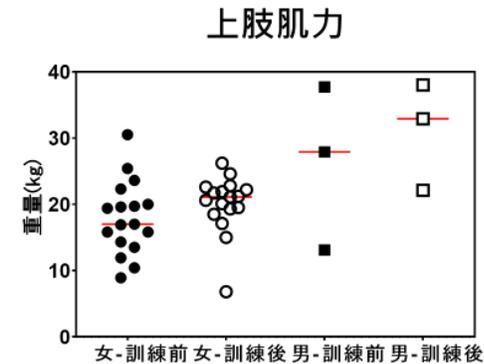
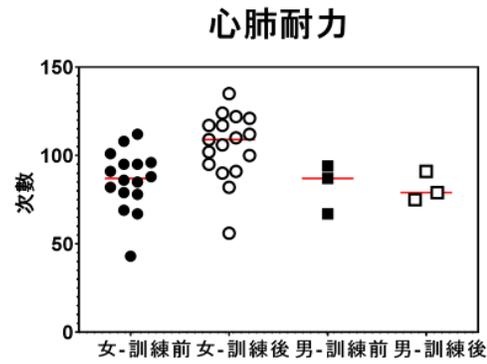
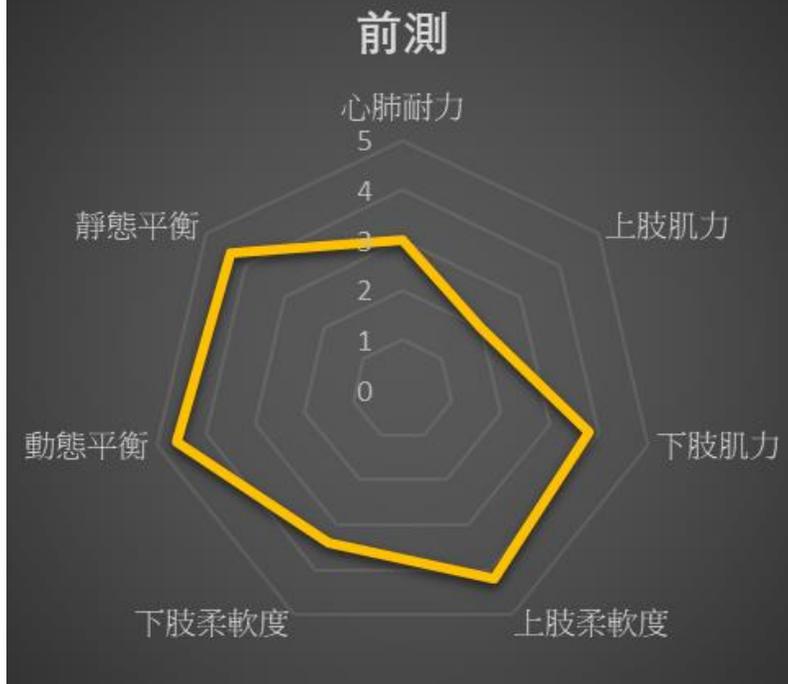
長庚運用多項生物感測裝置，分析個體健康和技能相關體適能的變化。
長庚養身文化村 / 提供

「全球老化」的世代，運用更多智能科技打造安全又有效的精準運動處方（Precision-Exercise-Prescription, PEP

），能幫助養生村長輩有豐裕的健康財富、見證「健康老人」及「活躍老人」的具體展現。（譚漢珠）

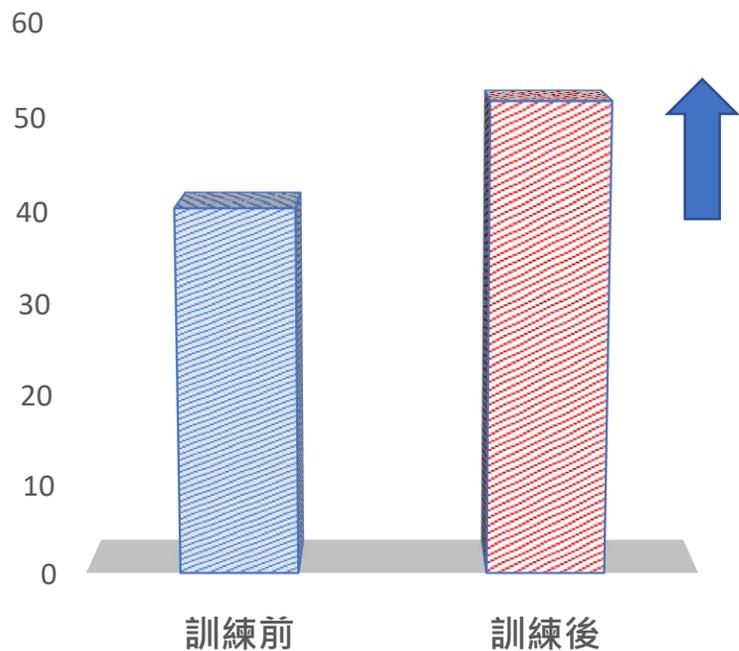


健康體適能相關指標：

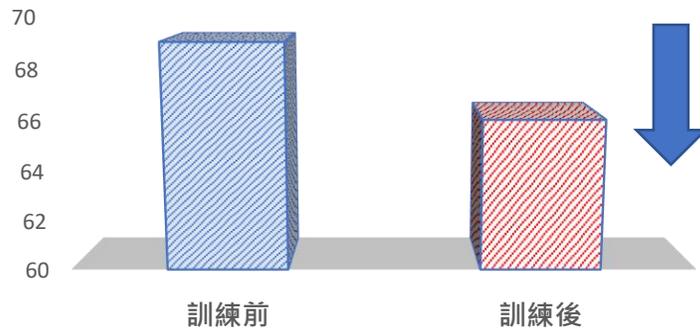


心血管危險因子 相關指標：

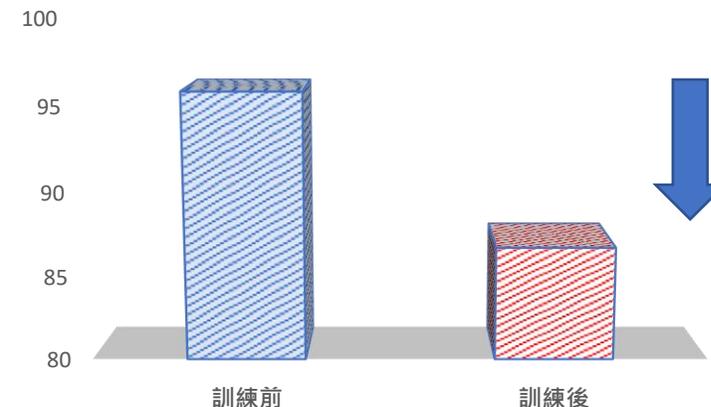
自律神經活性



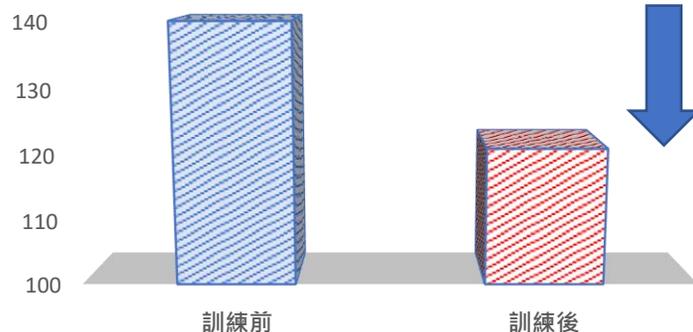
靜息心率



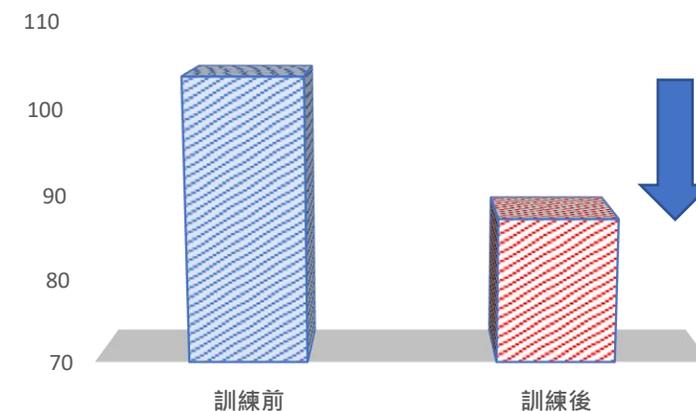
平均動脈壓



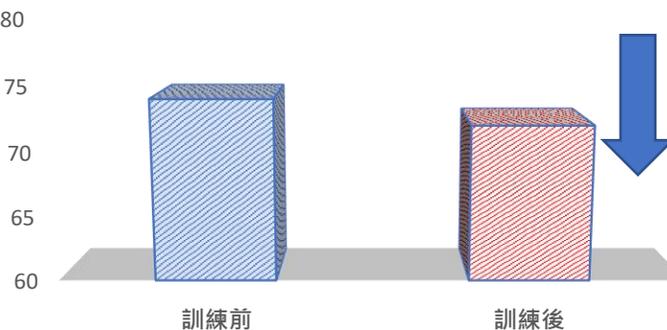
收縮壓



心肌做功負載



舒張壓



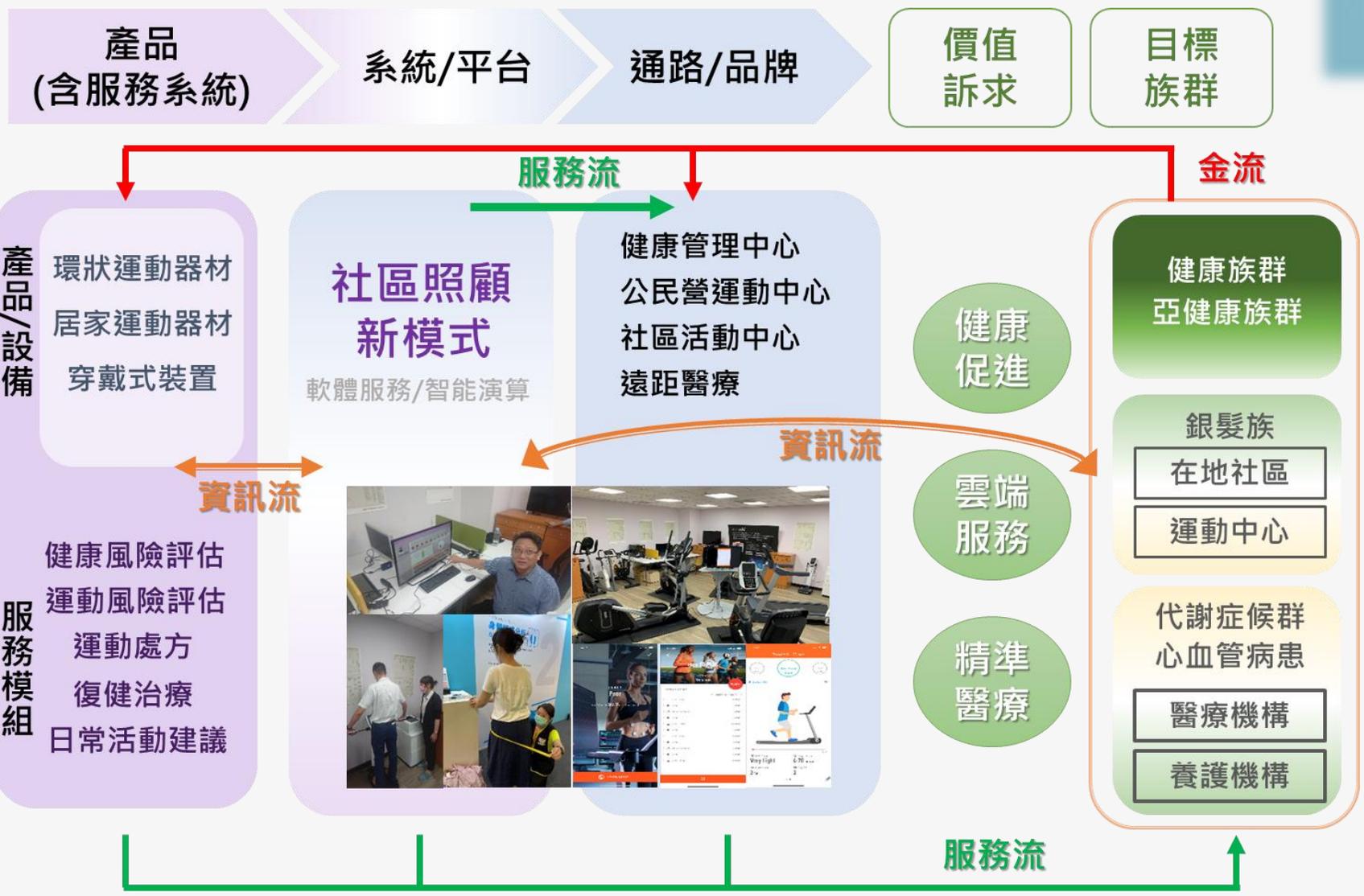
商業模式匯總分析



Key Partners (關鍵合作夥伴)	Key Activities (關鍵活動)	Value Proposition (價值主張)	Customer Relationships (顧客關係)	Customer Segments (目標客層)
XX運動科技公司 XX健康管理中心 XX健康產品公司 XX健康保險公司	AI智能軟件開發 運動器材與操控介面整合 人員訓練/行銷推廣	精準運動 健康促進 雲端服務	運動群組串聯分享 運動報表通知 醫師/教練專業提點	1. 醫療體系病患: 銀髮族、代謝 症候群等患者 2. 運動人員及選 手體適能
	Key Resources (關鍵資源)		Channels (通路)	
	運動評估與處方之大數據 整合 數據更新極速化		醫療體系(如聯新國際 醫療)以及大型運動場 域服務體系	
Cost Structure (成本結構)		Revenue Streams (收益流)		
		產品/服務收入	權利金收入	其他收入
	運動器材/AI程式雲端系統/電腦晶片面板/ 人員訓練/行銷推廣	1. 整套系統輸出/租賃 2. 委託經營 3. 教育訓練 4. 場館營運會員收入	1. 軟體授權 2. 教育訓練授權	



智能運動健康管理系統



發明競賽頒獎典禮 AWARDS CEREMONY

主辦單位： 策劃單位： 執行單位： 協辦單位：

經濟部智慧財產局
經濟部工業局
經濟部技術處
經濟部能源局
中華民國對外貿易發展協會
技術研究院
世界發明智財產聯盟總會
台灣發明協會
台灣國際發明得獎協會
中華發明推廣協會
中華發明專家



榮獲台灣創新技術博覽會發明競賽金牌獎(2021) 鉑金獎(2022)



THANK YOU

Insert the Sub Title of Your Presentation

