



教育部體育署
Sports Administration, Ministry of Education

104 學年度

菁英教練增能研習會

研習手冊

指導單位：教育部體育署

主辦單位：國立臺灣師範大學體育研究與發展中心、國家運動訓練中心

協辦單位：國立臺灣師範大學體育學系、中華民國運動教練學會

活動日期：105 年 6 月 19 號 (日)

活動地點：國家運動訓練中心

104 學年度菁英教練增能研習會

壹、宗旨與目的：

教育部體育署為拓展學校專任運動教練的國際專業訓練知能，培養單項運動種子教練，提升運動訓練品質，提供選手優質的指導，爰規劃辦理菁英教練增能研習會。

此研習會的目的借重國家運動訓練中心聘請外籍教練專業能力，安排外籍教練講授該專長課程，提升該專項運動教練之思維與視野。

貳、活動日期：2016 年6 月19 日（星期日）上午9時至下午4時

參、活動地點：國家運動訓練中心 教學大樓 演講廳

（高雄市左營區世運大道 399 號）

肆、指導單位：教育部體育署

伍、主辦單位：國立臺灣師範大學體育研究與發展中心

國家運動訓練中心

陸、協辦單位：國立臺灣師範大學體育學系、中華民國運動教練學會

柒、參加對象（附件 1）：

一、新制運動教練：由服務學校於依「各級學校專任學校運動教練聘任管理辦法」所聘任之跆拳道與足球專任運動教練，係為「教育人員任用條例」及「國民體育法」規定之正式編制專任有給人員，並依「各級學校專任運動教練職務等級表」核敘薪級。

二、舊制運動教練：教育部體育署輔導在案之約聘（僱）跆拳道與足球專任教練。

捌、報名方式：

採調訓方式，即日起至報名額滿為止，本活動採「線上網路」報名方式，以100名為上限。(報名網址：<https://goo.gl/IFaMIG>)。

玖、聯絡單位：

聯絡人： 陳思羽

聯絡電話： (02)7734-3239 或 0911-730-312

E-mail： szuyukate@gmail.com

壹拾、研習課程表：如附件 2。

壹拾壹、經費來源：參加人員差旅費請由原服務學校支付。

壹拾貳、全程參與本活動者，核發 6 小時研習結業證書；未全程參與者，或未依規定辦理請假，列入年度年終考評參採。

附件 1

編號	姓名	服務單位	專項運動	運動教練	
				新制	舊制
1	李後坤	臺北市松山家商	跆拳道	V	
2	方昌中	臺北市仁愛國中	跆拳道	V	
3	張芝樺	臺北市萬芳高中	跆拳道	V	
4	陳巧琳	臺北市龍門國中	跆拳道	V	
5	陳盈志	臺北市和平高中	跆拳道	V	
6	張婉貞	新北市樹林高中	跆拳道	V	
7	李本善	新北市中正國中	跆拳道	V	
8	李建忠	新北市新泰國中	跆拳道	V	
9	童雅琦	新北市清水高中	跆拳道	V	
10	鄧登凱	新北市丹鳳高中	跆拳道	V	
11	曾櫟騁	新北市頭前國中	跆拳道	V	
12	楊建治	桃園市平鎮國中	跆拳道	V	
13	黃國師	桃園市楊光國中小	跆拳道	V	
14	張瓊芳	桃園市平鎮高中	跆拳道	V	
15	游旺鈺	桃園市仁和國中	跆拳道	V	
16	賴慶忠	桃園市楊光國中小	跆拳道	V	
17	梁品諭	桃園市平鎮國中	跆拳道	V	
18	張添煜	新竹縣湖口高中	跆拳道	V	

編號	姓名	服務單位	專項運動	運動教練	
				新制	舊制
19	薛肇璿	新竹縣竹東國中	跆拳道	V	
20	楊家維	臺中市港中港高中	跆拳道	V	
21	張文儀	臺中市大里高中	跆拳道	V	
22	吳政翰	臺中市安和國中	跆拳道	V	
23	鄭麗秋	雲林縣麥寮高中	跆拳道	V	
24	郭采佩	雲林縣水林國中	跆拳道	V	
25	周穎洵	嘉義縣民和國中	跆拳道	V	
26	鄭紹宏	高雄市楠梓高中	跆拳道	V	
27	張家豪	基隆市暖暖高中	跆拳道	V	
28	楊唐源	國立草屯商工	跆拳道	V	
29	高銘鍵	國立桃園農工	跆拳道	V	
30	簡育南	國立基隆女中	跆拳道	V	
31	連文生	國立臺東體中	跆拳道	V	
32	蕭雅芳	國立華僑高中	跆拳道	V	
33	廖唯鈞	國立沙鹿高工	跆拳道	V	
34	廖家興	國立體育大學	跆拳道	V	
35	歐茂杰	新北市永和區秀朗國小	跆拳道		V
36	楊子瀚	桃園市桃園區南門國小	跆拳道		V
37	劉慶文	桃園市桃園區同安國小	跆拳道		V

編號	姓名	服務單位	專項運動	運動教練	
				新制	舊制
38	徐禮慧	嘉義縣朴子市大同國小	跆拳道		V
39	鍾登懋	國立潮州高中	跆拳道		V
40	楊勝崴	臺北市和平高中	足球	V	
41	曾振江	臺北市南港區成德國小	足球	V	
42	盧玉娟	新北市蘆洲區蘆洲國小	足球	V	
43	廖櫻灣	桃園市大溪區僑愛國小	足球	V	
44	葉獻中	臺中市惠文高中	足球	V	
45	顏志遠	臺中市潭秀國中	足球	V	
46	王柏旻	臺中市黎明國中	足球	V	
47	許忠全	臺中市西屯區協和國小	足球	V	
48	吳谷峰	臺南市佳里國中	足球	V	
49	黃文祥	臺南市佳里區佳里國小	足球	V	
50	龔昆亮	臺南市後甲國中	足球	V	
51	謝麗娟	高雄市瑞祥高中	足球	V	
52	梁宗麟	高雄市鳳山區瑞興國小	足球	V	
53	林孟君	高雄市阿蓮國中	足球	V	
54	劉明川	臺東縣臺東市豐里國小	足球	V	
55	陳春智	花蓮縣美崙國中	足球	V	
56	吳曉穎	花蓮縣美崙國中	足球	V	

編號	姓名	服務單位	專項運動	運動教練	
				新制	舊制
57	黃鈺龍	花蓮縣美崙國中	足球	V	
58	尹宸宥	花蓮縣化仁國中	足球	V	
59	黃瑋儀	宜蘭縣宜蘭市南屏國小	足球	V	
60	陳奕宏	宜蘭縣順安國中	足球	V	
61	李文財	國立花蓮高農	足球	V	
62	梁汝農	國立花蓮高中	足球	V	
63	朱家葦	國立民雄農工	足球	V	
64	黃正宗	國立北門高中	足球	V	
65	陳俞霖	高雄市私立中山工商	足球	V	
66	王素玉	新北市三重區光興國小	足球		V
67	鄭淑玲	高雄市楠梓區右昌國小	足球		V
68	吳燕輝	高雄市三民家商	足球		V
69	李春融	高雄市中正高工	足球		V
70	張麗娟	高雄市左營區新民國小	足球		V
71	馮敏娟	高雄市前鎮區獅甲國小	足球		V
72	柳泳齊	臺中市西屯區黎明國小	足球		V
73	朱玉明	臺東縣瑞源國中	足球		V

104 學年度菁英教練增能研習課程表

2016 年 6 月 19 日 (禮 拜 日)

地點：國家運動訓練中心 教學大樓 演講廳
(課程三 視實務操作需求使用專項場地)

時間 (Time)	內 容
08：40-9：00	與 會 者 報 到
9：00-10：30	課程一 「水能量的補充關鍵」 講師：潘奕廷 (現職：國家運動訓練中心 運動營養師)
10：30-10：50	茶 敘
10：50-12：30	課程二 「訓練科學與應用」 講師：陳佳慧 (現職：國家運動訓練中心 體能訓練師)
12：30-13：10	中 午 用 餐
13：10-16：10	課程三 「專項訓練計畫與實務操作」 講師：劉泳大 教練 (跆拳道 / 韓國籍) 講師：今井敏明 教練 (足球 / 日本籍)
16：10-16：30	領 取 證 書 / 賦 歸

課程一 水能量的補充關鍵

1

水能量的補充關鍵

國家運動訓練中心
運動科學處
潘奕廷 營養師

2

摘要

- 補水及脫水
- 訓練前水分補給
- 訓練中水分如何補給
- 訓練後要如何補充恢復
- 補充水份的小撇步

3

補水及脫水

4

水份含量比較

項目	含水量
西瓜	93%
芭樂	89%
柳橙	88%
香蕉	74%
草莓	89%
鳳梨	87%
蓮霧	90.6%
蘋果	86%
葡萄	84%
櫻桃	90%
人體??	

5

人體各組織含水量比較

人體各器官中含水的比例



組織/器官	含水量
腦脊髓	99%
淋巴腺	94%
血液	70%
肌肉	67%
骨骼 包括骨髓	50%

6

人體各器官含水量比較



TISSUES AND ORGANS 組織器官	Moisture (%) 水分 (%)
Blood/血液	83.0
Kidney/腎	82.7
Heart/心	79.2
Lung/肺	79.0
Spleen/脾	75.8
Muscle/肌肉	75.6
Brain/腦	74.8
Intestinal/腸	74.5
Skin/皮膚	72.0
Liver/肝	68.3
Skeleton/骨骼	22.0
Fat/脂肪	10.0

(以重量計算)

補充水分的好處



植物要澆水才能活，那人要喝多少水？

衛生福利部說：

- 健康成年人水份需要是2000c.c (最少每日也要喝1500c.c) 若用簡單公式計算成年人水份攝取量:每公斤體重需攝取30c.c.的飲水量,以70KG男性為例,則每天水份攝取量為2100c.c
- 但如果本身很會流汗且工作屬於日曬或搬運重物就要增加至2500-3000c.c,甚至到3500c.c(水份要加個2-3公克鹽巴;可用布丁小湯匙1平匙=1公克計量)。
- 健康成年人最少要1500c.c~3500c.c,除此之外還需因個人所處環境、活動量、運動量等而增減。



一般人標準 = 選手？



運動選手該喝多少水呢？

訓練過程中水分在體內扮演的關鍵角色？

- 心臟輸出血流量
- 汗的產生
- 肌肉中血液代謝的速度
- 體內核心溫度的改變**

(Armstrong L.E., 2007)

訓練過程當中水分如何流失？

- 呼吸
- 腎臟
- 汗水

(Sawka, M.N., 2007)

訓練過程當中，**電解質及滲透壓**的改變，將是另一個影響水分補充關鍵因素

從脫水的警訊談起

- 易怒 & 焦躁不安
- 少尿或無尿
- 眼窩深陷
- 血壓較低
- 心跳及呼吸加快
- 哭不出眼淚



哪些狀況常發生脫水的現象

- 溫度(20-21°C) · 1-2%體重減少,<90分鐘運動
 - 也許不會影響表現
- 溫度(20-21°C) · >2%體重減少,>90分鐘運動
 - 運動表現變差
- 熱環境(31-32°C) · 2%體重減少,>60分鐘運動
 - 運動表現顯著變差

Sawka & Montain, 2000
Cheuvront et al, 2003
Coyle, 2004

脫水會發生什麼現象

- 以下結果將導致運動表現下降
 - 體內核心溫度增加
 - 增加心肌用力→血液變濃稠了
 - 血量減少
 - 肌肉血液循環變差
 - 肌肉代謝變慢
 - 影響神經功能

Gonzalez-Alonso et al 1995, 1997, 1998, 1999, 2000
Gonzalez-Alonso 1999
Gonzalez-Alonso & Calbet 2003
Hargreaves et al 1995

脫水對選手來說有那些可怕的事

- 體內核心溫度增加及脫水，都是導致身體疲勞的主要因素
- 當出現脫水的現象時，人體更無法去調節過熱的體溫
- 體內核心溫度當達到38.5-39.6°C時，是經常導致人體疲勞、昏眩、暈倒的主要原因

回想一下自己的尿液顏色!

AM I HYDRATED? Urine Color Chart	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

尿液顏色在1~3
→請維持現有喝水頻率

尿液顏色在4~8
→請開始喝水!!!

訓練前水分補給說起!

訓練前要補充多少水

- 訓練前2-4小時，至少需補充5-10ml/kg，且保持尿液在淺黃色。

Ex: 60KG → 60*10→600ml

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Dietitians of Canada, 2016

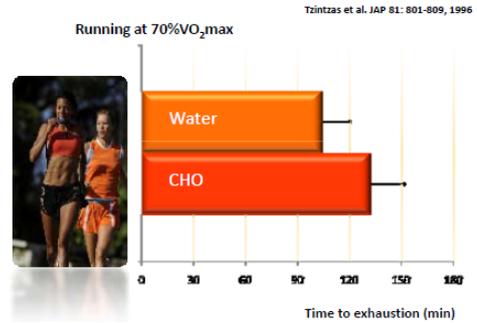
訓練中水分如何補給?

訓練時喝水? 運動飲料?

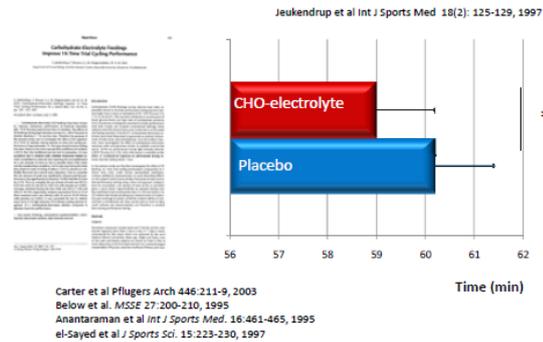
- 醣類
- 其他營養素
- 電解質，如：鈉



訓練時喝水? 運動飲料?



訓練時喝水? 運動飲料?



訓練時該補充水?運動飲料?

- 50 min exercise @ 80% VO₂max
- Drink ingestion during exercise
- Exercise performance test

醣這麼厲害! 那用打的吸收更快!?



醣要補充多少最好呢?

- 部分研究指出 · 40-75g(CHO)/per hour → 可維持運動表現
- ACSM建議 · 補充0.7g (CHO)/BW; 約30-60g/hr

AMERICAN COLLEGE
of SPORTS MEDICINE
AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION
DIETITIANS OF CANADA

Nutrition and Athletic Performance

JOINT POSITION STATEMENT

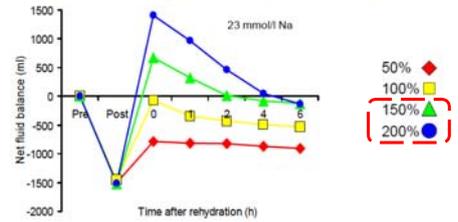
For longer events, consuming 0.7 g carbohydrates kg⁻¹ body weight⁻¹ (approximately 30-60 g·h⁻¹) has been shown unequivocally to extend endurance performance.

The carbohydrate consumed should yield primarily glucose; fructose alone is not as effective and may cause diarrhea, although mixtures of glucose and fructose, other simple sugars and malto-dextrins, seem effective (107). If the same total amount of carbohydrate and fluid is ingested, the form of carbohydrate does not seem to matter. Some athletes may prefer to use a sport drink, whereas others may prefer to consume a carbohydrate snack or sports gel and consume water. As described elsewhere in this document, adequate fluid intake is also essential for maintaining endurance performance.

訓練後要如何補充恢復呢?

訓練後第一步→補水

Whole body fluid balance status

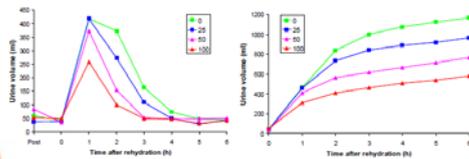


6h after rehydration:
 - Hypohydration with 50 & 100%
 - Euhydration with 150 and 200%

Shirreffs et al, MSSE, 1996

訓練後第二步→補鈉

Urine excretion during recovery

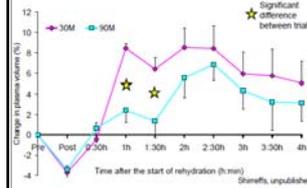


- Urine collected over 6h after rehydration
- Excretion related to amount of sodium consumed

Shirreffs & Maughan, 1998

訓練後第三步→補充時間點

Change in plasma volume



Is the rate of drinking important ?

- Hypohydration = 2.0 % body mass
- Drink volume = 150 % mass loss
- Drink composition = Na⁺ = 21 mmol/l
K⁺ = 4 mmol/l
Osmolality = 288 mosmol/kg
- 30 or 90 min rehydration period

Shirreffs, unpublished

小整理→運動飲料or水?

Event	Carbohydrate required for optimal performance and minimizing negative energy balance	Recommended intake	Carbohydrate type	Glu
<30 min	No CHO required	*	*	*
30-75 min	Very small amounts	Mouth rinse	Most forms of CHO	●
1h-2h	Small amounts	Up to 30 g/h	Most forms of CHO	●
2-3h	Moderate amounts	Up to 60 g/h	CHO that are rapidly oxidized (glucose, MD)	○
>2.5h	Large amounts	Up to 90 g/h	Only multiple transportable CHO	○

補充水份的小撇步!!

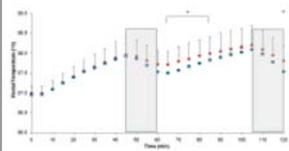
水溫對訓練中體溫改變的影響

Fluid temperature: post exercise

- n = 8
- Work rest cycles
- T_{amb}: 32°C, RH: 65%



Transient reduction in T_{re}



訓練前、中、後的水份補充

• BEFORE

- -訓練或比賽前60分鐘，補充340-680ml且冰涼的水。(一體種狀況做增減)

• DURING

- -訓練或比賽中,每15分鐘補充 150-300ml的水份。

• AFTER

- -訓練或比賽後, 500-1000ml · 且依流失的體重做增加。

建議的水溫補充

- ACSM (1996): 15 – 22°C ※美國運動醫學會
 - USARIEM (2001): 15 – 21°C ※美軍環境醫學研究組織
 - NATA (2000): 10 – 15°C ※競技運動訓練委員會
- However these recommendations are likely to be derived from rehydration studies

備註

※比賽日 建議的水份補充

- 運動飲料為首選
- 牛奶
- 蘋果汁
- 椰子水
- 番茄汁(需稀釋)



運動飲料



課程二 訓練科學與應用

訓練科學與應用

陳佳慧

www.spdi.idv.tw

競技運動訓練特徵

- 生理機制改善與適應
- 擬定準確負荷劑量
- 引導訓練系統化
- 掌握訓練效果
- 延長運動員競技能力

www.spdi.idv.tw

訓練科學理論

- Jakowlew (1972) 適應理論與訓練應用
- 體能交互關係
- NH₃-Index 與運動型態
- 最佳乳酸曲線
- 乳酸代謝理論
- 有氧-無氧閾值耐力(2-4 mmol/l) 與訓練調整
- Maximal lactate steady state (LamaxSS)
- Lohmann Reaction 與專項耐力
- HIIT 反應機制與訓練應用
- 超低溫環境與運動能力 (-110°C)
- 高 GI 與低 GI 食物

www.spdi.idv.tw

Jakowlew 理論

www.spdi.idv.tw

運動負荷與生物適應

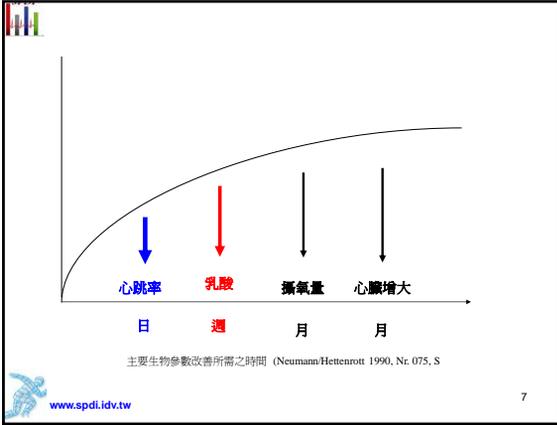
www.spdi.idv.tw

1972 運動負荷與生物適應(In: Martin et al. 1991: Handbuch Trainingslehre)

表 12a-1 訓練內容(非循環項目專項)

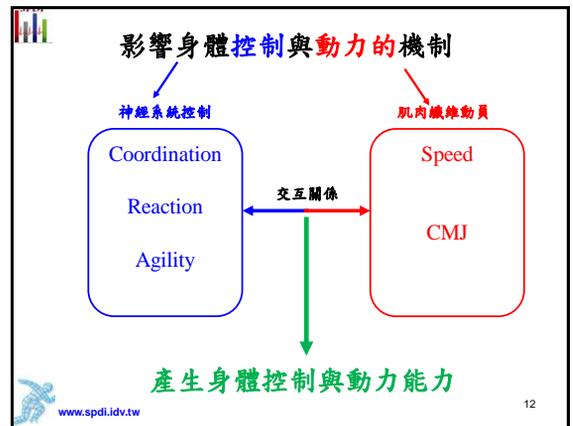
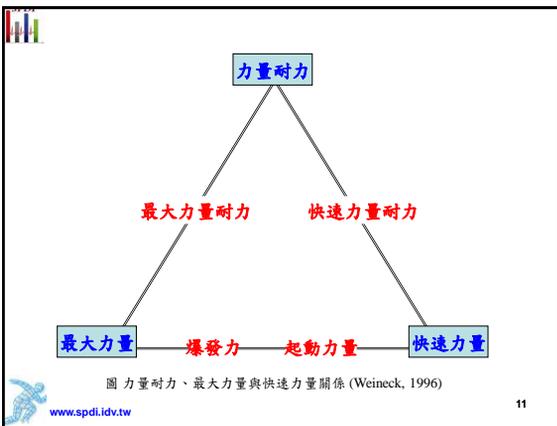
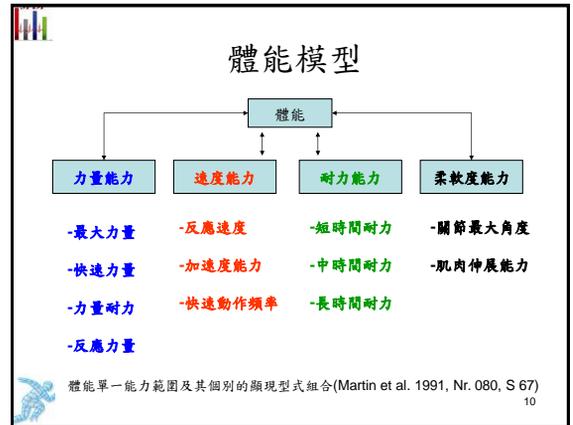
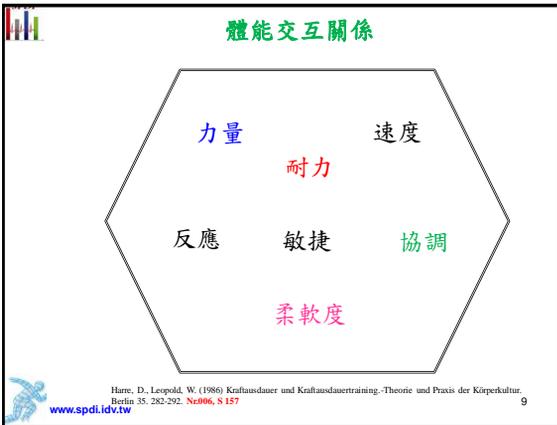
	訓練單元		
	1	2	3
	目的: 技術、鞏固	速度	力量(最大力量)
	方式: 重複方式	重複方式	重複方式
Mon	強度: 100%	100%	100%
	總量: 3-5x3-5 反覆	2-3x3 x 20-30 m	5x1-2
	休息: Set: 5 min, Rep: 30-40s	Set: 6 min, Rep: 40-50s	Rep: 20-30s
	目的: 技術	耐力(一般耐力)	
	方式: 重複方式	持續方式(速度不降)	
	強度: 5-5x3-5 反覆	持續	
	休息: Set: 5 min, Rep: 30-40s	20 min	
	目的: 輪迴、鞏固	力量(快速力量)	
	方式: 重複方式	重複方式	
	強度: 5-5x3-5 反覆	85-90%	
	休息: Set: 5 min, Rep: 30-40s	5x7x 上下腳動作	
	目的: 技術	速度	
	方式: 重複方式	重複方式	
	強度: 100%	100%	
	總量: 3-5x3-5 反覆	3x3 x 20-30 m	2-3x3x5-10m (2次折返)
	休息: Set: 5 min, Rep: 30-40s	Set: 6 min, Rep: 40-50s	Set: 6 min, Rep: 20-30s
	目的: 速度	力量(最大力量)	
	方式: 重複方式	重複方式	
	強度: 100%	100%	
	總量: 2-3x3 x 20-30 m	5x1-2	
	休息: Set: 6 min, Rep: 40-50s	Rep: 20-30s	
	目的: 技術、鞏固	耐力(無氧時乳酸耐力)	
	方式: 重複方式	重複方式	
	強度: 100%	100%	
	總量: 3-5x3-5 反覆+鞏固	2-3x3x5-10m (2次折返)	
	休息: Set: 5 min, Rep: 30-40s	Set: 6 min, Rep: 20-30s	

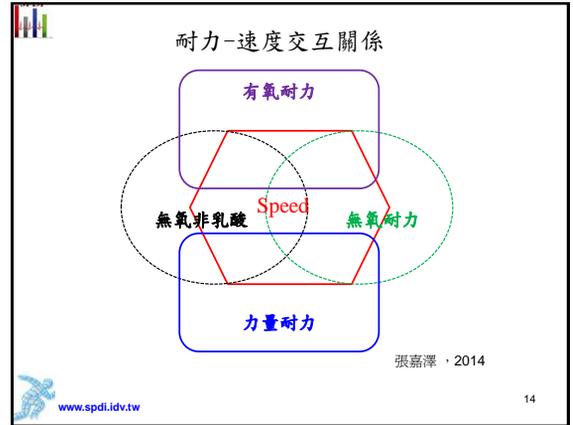
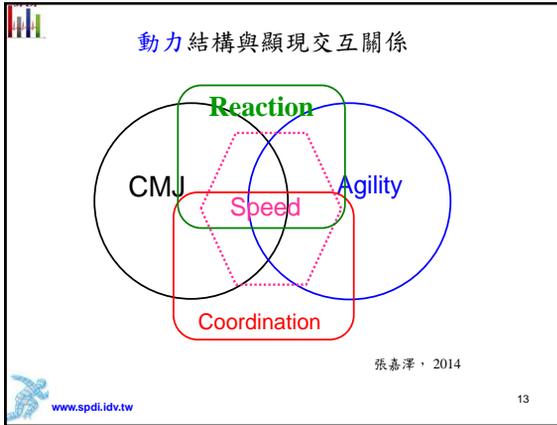
www.spdi.idv.tw



體能交互關係

15.06.2016 8



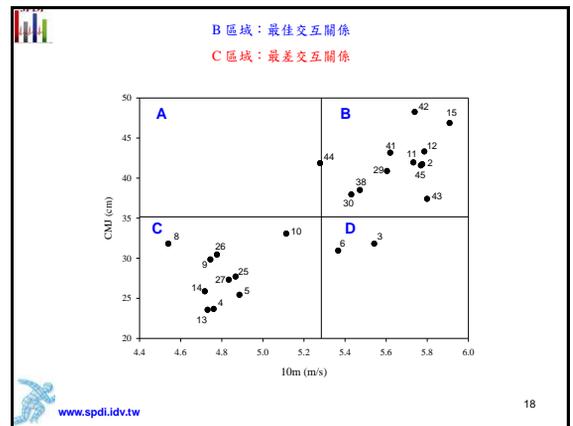
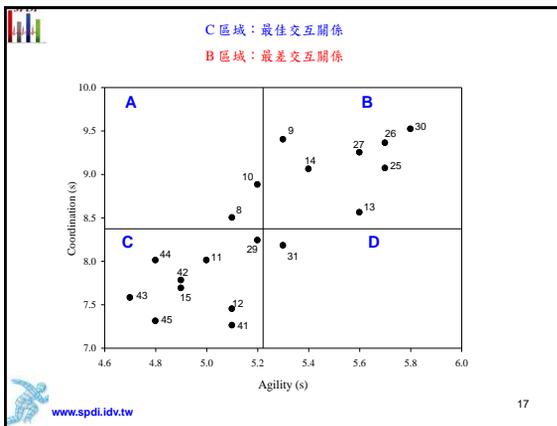
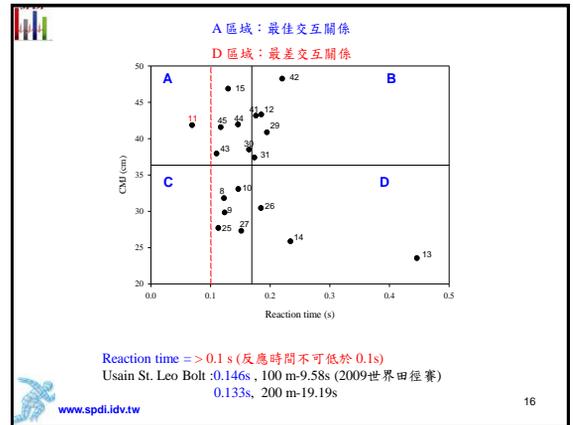


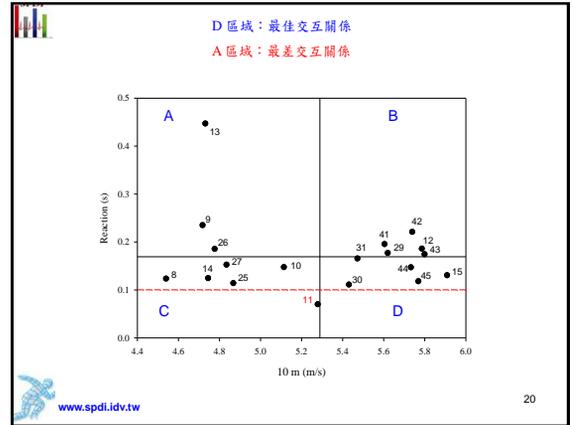
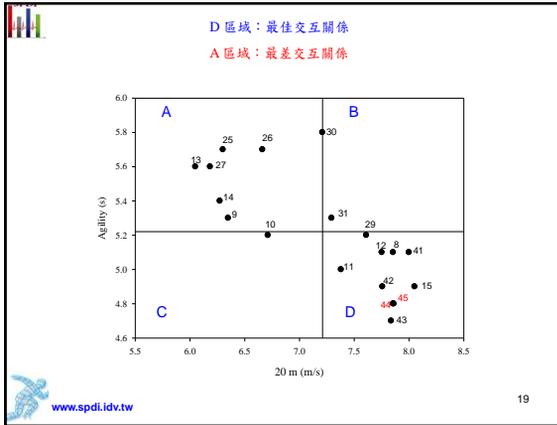
體能交互關係測試分析

	1	2	3	4	5
Test	CMJ	Reaction time	Coordination	Agility	10m
交互關係	CMJ-10m	CMJ-Reaction time	Coordination-Agility	20m-Agility	10m-Reaction

www.spdi.idv.tw

15





NH₃ Index 與運動型態

www.spdi.idv.tw 21

NH₃ Index-Test

利用白肌纖維在高強度運動負荷下產生NH₃的特性，來作為紅白肌纖維比例之判斷。

NH₃ 指數(index) 判斷：
 Index < 0.8 = 耐力性
 Index 0.8~1.2 = 高強度/中強度
 Index > 1.2 = 高強度

Hageloch W, Schneider S, Weicker H. (1990). Blood ammonia determination in a specific field test as a method supporting talent selection in runners. Int J Sports Med. 11(Suppl 2):S56-61.

www.spdi.idv.tw 22

肌肉NH₃-Index 與運動型態 (Jang, 2006)

	I	IIC	IIA	IIB
Typ	ST			FT
NH ₃ -Index	< 0.8	0.9-1.0	1.1-1.2	> 1.2
Training	長時間耐力型態	中強度型態	快速耐力型態	短時間高強度型態

www.spdi.idv.tw 23

表：肌肉纖維型態及特徵 (Noth 1994)

肌肉纖維型態	特 徵
Typ-I 慢收肌	<ul style="list-style-type: none"> • 高糖原含量 • 低肝糖含量 • 高肌糖原含量 • 可以投入所有長時間的收縮 • 動作進行只有少量的力量發展 • 高度密佈微血管增加能量供應
Typ-IIa 快收肌	<ul style="list-style-type: none"> • 高糖原含量 • 高糖酵解含量及氧化酶 • 動作進行有高的力量發展
Typ-IIb 快及容易疲勞肌肉纖維	<ul style="list-style-type: none"> • 高肝糖含量 • 低肌糖原含量 • 快速糖酵解的能量提供 • 主要發展間歇性的動作：快及高的力量型態
Typ-IIc 肌間肌肉纖維	<ul style="list-style-type: none"> • 介於Typ-I 和Typ-II之間 • 主要在抗肌球蛋白組織之化學反應，快速作為Typ-I的型態

FABERTYP
MYOGIN

I ↔ IIC ↔ IIA ↔ IIB

slow (S, S₁) fat (F, F₁)

www.spdi.idv.tw 24

表：NH₃-Index測試距離與項目(Hageloch et al., 1990).

	短距離	長距離
徑賽	75m	1000m
游泳(自由式)	20m	250 m
兩段距離測試間歇	20-30min	

表：NH₃-Index 與訓練型態

	Index	運動型態
1	< 0.8	耐力型態項目
2	0.8 - 1.2	球類、技擊項目
3	> 1.2	短時間高強度負荷項目

乳酸代謝理論

乳酸排除型態

- 肝臟 50%
- 不活動肌群 30 %
- 心臟 10 %
- 腎臟 10 %

Neumann, G.; Pflützer, A.; Hottentott, K. (1993): Alles Unter Kontrolle. Auflage 1, Achen Meyer & Meyer. 126-138. Nr.049,S126

- 最大無氧糖酵解 (Ring & Mader .1997)
- 乳酸堆積指標 (Leyk et al. 1997)
- 最大乳酸形成代率 (Mader 1994a)

最大無氧糖酵解代率率:

Test: 5x20 m (快速跑)

$$\text{最大無氧糖酵解代率率} = \frac{\text{最大乳酸堆積}}{\text{速度 (m/s)}}$$

例如:

20 m = 3.3 s (平均值)

20m / 3.3s = 6.1 m/s

乳酸 = 3.6 mmol/l

$$\text{最大無氧糖酵解代率率} = \frac{3.6 \text{ mmol/l}}{6.1 \text{ (m/s)}} = 0.59 \text{ mmol/kg*s}$$

kg = 濕體重

(Ring et al. 1997, Nr. B-020,580)

乳酸堆積指標 (Leyk et al. 1997) :

乳酸堆積指標 = (最大結束乳酸值 - 安靜值乳酸) / 運動時間

例如:

最大結束乳酸值 = 6.8 mmol/l

安靜值乳酸值 = 0.9

6.8 - 0.9 = 5.9 mmol/l

5.9 / 10s = 0.59 mmol/l *s

Ring, S.; Mader, A. (1997): Darstellung des metabolischen Anforderungsprofils über 50 m Kraul mit Hilfe eines Stoffwechsellationsmodells

$$\text{最大乳酸形成率 (mmol}\cdot\text{s)} = \frac{\text{最大乳酸堆積} - \text{安靜乳酸}}{\text{運動負荷時間} - \text{常數}}$$

常數:
 < 10s - 3
 10-20s - 4
 20-50s - 6
 50-60s - 8

Mader 1994a, Nr-8066.S104

V_Lmax (mmol·s)

www.spdi.idv.tw 31

有氧-無氧閾值能力分析

www.spdi.idv.tw 32

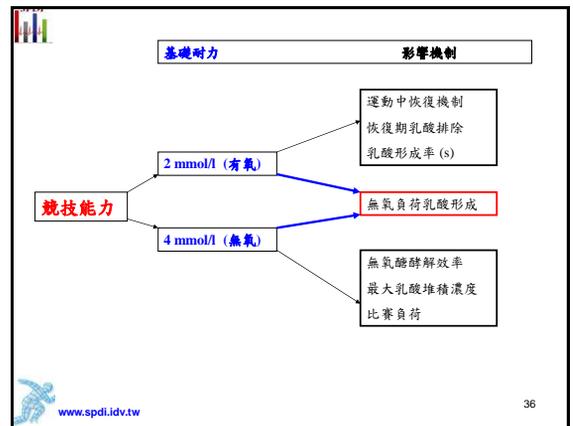
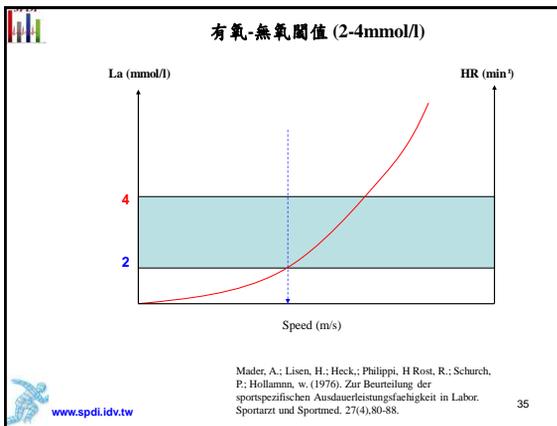
理論	年	閾值參數	方式	閾值名稱
Karrasch Müller	1951	HR	max. steady state HR	持續能力界限
Hollmann	1959	V _E , VO ₂	換氣轉折點	最佳呼吸反應角度
Wasserman et al.	1964	V _E , VO ₂ , VCO ₂	換氣轉折點	無氧閾值 (AT)
Mader et al.	1976	La	4 mmol/l 速度	2-4 mmol/l 閾值
Kindermann et al.	1978	La	運動負荷在 2-4 mmol/l	有氧-無氧混合閾值
Keul et al.	1979	La	tan α=1.26 速度	個人閾值
Sjodin et al.	1979	La	4 mmol/l 速度	血液乳酸開始堆積點
Farrell et al.	1979	La	血液乳酸高於安靜值	OPLA
Pessenhofer et al.	1981	La	最小平方乳酸曲線	個人有氧-無氧混合閾值
Stegmann et al.	1981	La	tan 51°34' 乳酸曲線	個人無氧閾值
Berg et al.	1980	La, VO ₂	最小乳酸與換氣量指數	乳酸等量指數
Simon et al.	1981	La	tan α=1 速度	個人無氧閾值
Bachl	1981	V _E , VCO ₂	V _E , VCO ₂ 曲線轉折點	呼吸閾值
Bunc et al.	1982	La	乳酸切線曲線	個人無氧閾值
Conconi et al.	1982	HR	心跳率轉折點	無氧閾值
James et al.	1985	呼吸頻率	呼吸頻率轉折點	無氧閾值

www.spdi.idv.tw 33

理論	年份	方式	閾值名稱
Davis et al.	1976	乳酸開始上升, 其濃度高於安靜值	LT
Ivy et al.	1980	負荷上升至乳酸的轉折點	LT
Skinner & McLellan	1980	第一乳酸上升濃度(2mmol/l) 第二乳酸上升濃度(4mmol/l)	Aerobic threshold (AT) Anaerobic threshold (AnT)
LaFontaine et al.	1980	固定2.2 mmol/l 乳酸濃度	MSS
Ciaozzo et al.	1982	系統性的乳酸上升點	LT
Hughson & Green	1982	安靜乳酸值 0.5 mmol/l 以上	LT
Aunola & Rusko	1984	乳酸堆積的轉折點	LT
Brooks	1985	乳酸濃度上升轉折或不規律	LT
Coyle	1985	超過基礎值10mmol/l 乳酸值聯繫 VO _{2max} 40-50-60% 之乳酸濃度	LT
Worms et al.	1985	固定乳酸值 3 mmol/l	LT
Davis	1985	不規則乳酸上升的濃度	LT
Yoshida et al.	1987	超過安靜值乳酸1.0 mmol/l 以上	LT
Dickhuys et al.	1991	乳酸濃度在最小值之+1.5mmol/l	IAS (individuelle anaerobic)
Cheng et al.	1992	最大速度結束與開始之交叉點 (tan)	D _{max}
Tegtbur et al.	1993	階梯式負荷最小乳酸值與8 min 動態 休息交叉點	乳酸下降
Bishop et al.	1998	最大速度之tan 轉折點	D _{maximal}

LT: Lactate threshold

www.spdi.idv.tw 34



有氧-無氧閾值(2-4mmol/l)耐力功能

閾值耐力	功能	恢復時間
有氧閾值 2 mmol/l	恢復機制	1.訓練 or 比賽短暫 間歇(心跳率下降) 2.間歇時間1-3h(加速乳酸 酸排除) 3.高負荷劑量訓 練後生物參數修補
無氧閾值 4 mmol/l	無氧糖酵解效率	1.降低最大乳酸濃度 2.維持穩定高速度能力

www.spdi.idv.tw 37

	2-4 mmol/l 診斷特徵		判斷
	低速度 (m/s)	高心跳率 (HR)	
有氧閾值 (2 mmol/l)	低速度 (m/s)	高心跳率 (HR)	非常差
	低速度 (m/s)	低心跳率 (HR)	差
	高速度 (m/s)	高心跳率 (HR)	尚可
無氧閾值 (4 mmol/l)	高速度 (m/s)	高心跳率 (HR)	非常差
	高速度 (m/s)	低心跳率 (HR)	可
	低速度 (m/s)	低心跳率 (HR)	非常好

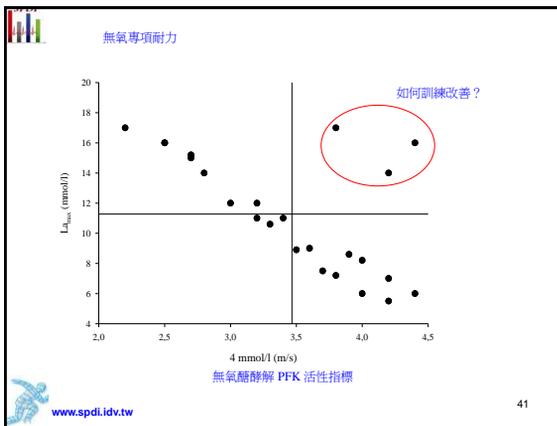
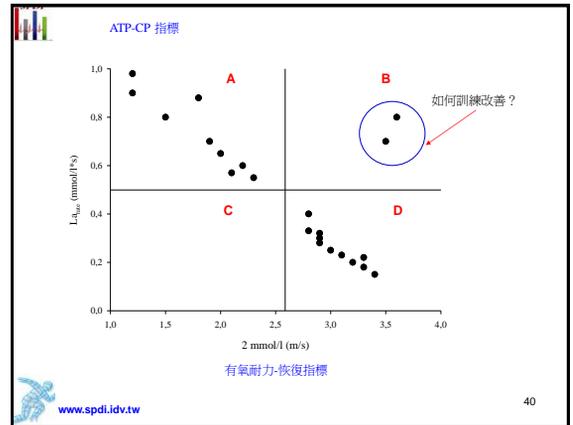
www.spdi.idv.tw 38

競技運動員基礎耐力能力 (Hollmann et al., 1987)

	跑步機		腳踏車	
	m/s	HR	Watt	HR
2 mmol/l	≥ 2.8	< 140	≥ 100	< 140
4 mmol/l	≥ 3.5	< 156	≥ 130	< 156

Hollmann, H.; Schüch, P.; Heck, H.; Mader, A.; Rost, R.; Hollmann, W. (1987):
Kardipulmonale Reaktion und aerob anaerobe Schwelle
bei verschiedenen Belastungsformen. Dtsch. Z. Sportmed. 38 (4):144-156.

www.spdi.idv.tw 39



- 高強度負荷:
 1. 低心跳率低乳酸堆積 = 快速耐力能力極佳
 2. 高心跳率低乳酸堆積 = 快速耐力能力不穩定
 3. 高心跳率高乳酸堆積 = 快速耐力能力差
 4. 低心跳率高乳酸堆積 = 快速耐力能力不穩定 (速度能力不足)
 - 低強度負荷:
 1. 低心跳率低乳酸堆積 = 基礎耐力極佳
 2. 低心跳率高乳酸堆積 = 自由脂肪酸使用率差
 3. 高心跳率高乳酸堆積 = 基礎耐力能力差
- www.spdi.idv.tw 42

乳酸代謝率與基礎耐力：

高 2 mmol/l 閾值能力，低乳酸代謝率 = 無氧非乳酸耐力極佳

高 2 mmol/l 閾值能力，高乳酸代謝率 = 無氧非乳酸能力恢復不穩定

低 2 mmol/l 閾值能力，高乳酸代謝率 = 無氧非乳酸耐力與恢復能力差

www.spdi.idv.tw 43

2-4mmol/l - 閾值訓練

閾值速度計算方式：20 min 持續跑訓練

例：有氧閾值 2.5 m/s

$2.5 \times 60s = 150m$

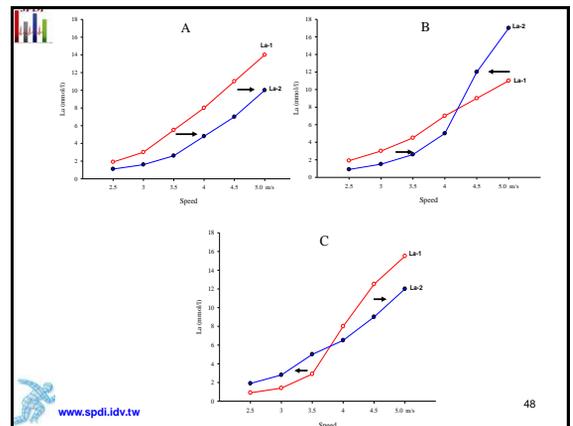
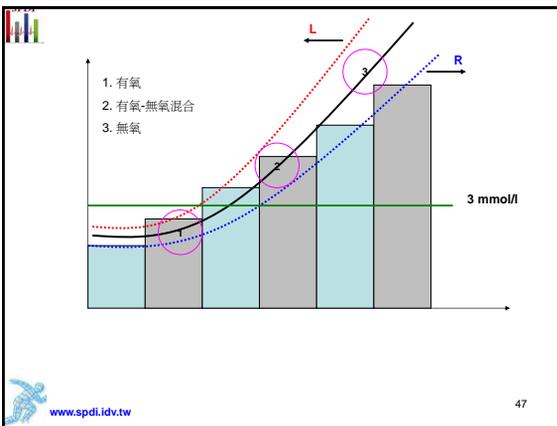
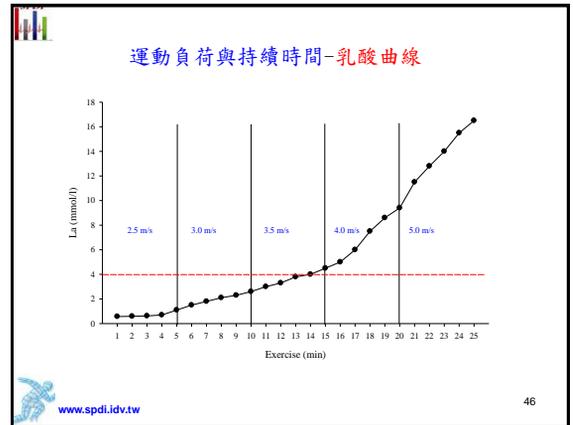
$150 \times 20 \text{ min} = 3000m$

$3000m / 400m = 7.5$ (7 圈 200m)

www.spdi.idv.tw 44

乳酸曲線判斷

www.spdi.idv.tw 45



A: 乳酸曲線向下向右移動，有氧-無氧耐力獲得改善。

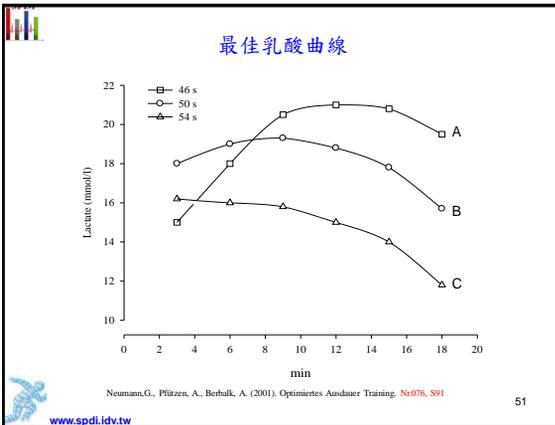
B: 低負荷乳酸曲線向下向右移動，高強度負荷曲線向上向左移動，呈現無氧耐力退化症狀。主要在於過度強調有氧耐力訓練。

C: 低負荷乳酸曲線向上向左移動，高強度負荷曲線則向下向右移動。無氧獲得改善，有氧退化。主要過度強調無氧負荷訓練。

www.spdi.idv.tw 49

最佳乳酸曲線

15.06.2016 50



最佳乳酸曲線分析

- 運動結束乳酸濃度 (高 or 低)
- 最大乳酸堆積時間 (出現時間延後)
- 最大乳酸堆積出現時間與最後採血乳酸濃度 (排除速度)

www.spdi.idv.tw 52

最佳乳酸曲線分析

- 運動結束乳酸濃度 (高 or 低) = 分析運動中肌肉無氧糖酵解酵素活性 (PFK、PGC-1 α 、MCT、IGF-1)
- 最大乳酸堆積時間 (出現時間延後) = 血液動力學
- 最大乳酸堆積出現時間與最後採血乳酸濃度 (排除速度) = 分析乳酸進入肝轉化成能量速度

www.spdi.idv.tw 53

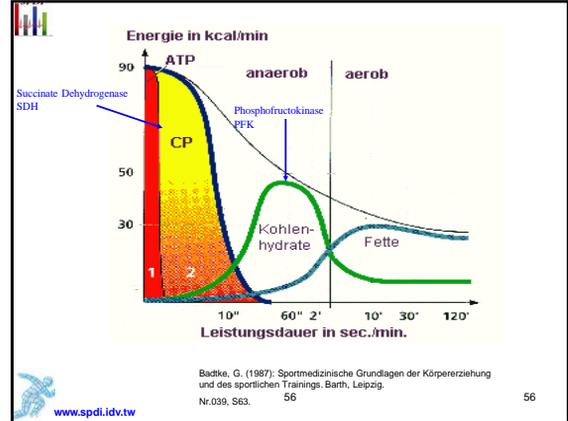
Lohmann Reaction

www.spdi.idv.tw 54

Lohmann Reaction (1934)



無氧非乳酸能量路徑

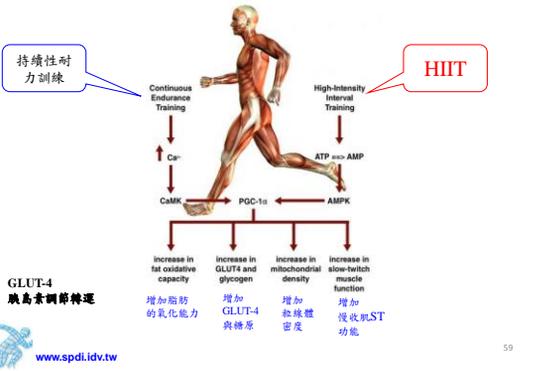


表：運動項目所需之體能要求 (Letzelter 1982)

非連續運動型態	應用對象	專項體能	開始訓練階段
技擊項目	擊劍	-無氧非乳酸耐力 -快速力量+反應力量	建立專項能力前期至高競技能力
	柔道/角力	-無氧非乳酸+無氧 -最大力量+最大力量耐力	建立專項能力前期至高競技能力
	跆拳道	-無氧非乳酸	建立專項能力前期至高競技能力
	武術	-最大力量+快速力量	建立專項能力前期至高競技能力
	拳擊	-無氧非乳酸+無氧 -最大力量+快速力量	建立專項能力前期至高競技能力
	足球/手球 籃球/曲棍球 橄欖球/網球/棒球	-無氧非乳酸 -最大力量+快速力量	建立專項能力前期至高競技能力
球類	高爾夫球	-有氧耐力 -快速力量	基礎至高競技能力的建立
	羽球/桌球	-無氧非乳酸	基礎階段後期至高競技能力
	排球	-最大力量+快速力量	建立專項能力前期至高競技能力
	舉重	-無氧非乳酸 -最大力量+快速力量	建立專項能力前期至高競技能力
射擊	射擊	-有氧耐力 -力量耐力	基礎至高競技能力的建立
	射箭	-有氧耐力 -最大力量+力量耐力	基礎至高競技能力的建立

HIIT 反應機制

無氧運動負荷能量路徑機制



GLUT-4 胰島素調節轉運
增加脂肪的氧化能力

增加 GLUT-4 與糖原

增加 線粒體 密度

增加 慢收肌 ST 功能

- 運動強度是影響骨骼肌肉PGC-1 α 活化的關鍵 (Egan *et al.* 2010).
- 急性的低量Wingate-base HIT會在運動後三小時增加數倍的PGC-1 α mRNA (Gibala *et al.* 2009; Little *et al.* 2011b)
- 在PGC-1 α mRNA的上升可與持續的耐力運動媲美 (Norrbon *et al.* 2004; Egan *et al.* 2010).



- **PGC-1 α** 是一種誘發多種細胞能量代謝和核激素受體的重要因子，調節骨骼肌葡萄糖的代謝，控制代謝適應
- PGC-1 α 的協調，進而改變了組合物中的乳酸脫氫酶 (LDH)，防止在運動過程中血乳酸增加。
- PGC-1 α 積極協調乳酸恆定和PGC-1 α 傳導肌肉適應的訓練，最終提高運動能力。並改善新陳代謝，提供健康一個獨特的分子。

(PGC-1 α : 過氧化物酶體增殖物激活受體 γ 共激活因子1 α)

www.spdi.idv.tw 61



- PGC-1 α 誘導IGF1，提高肌肉與骨骼結構。
- HIT增加→活化AMPK、p38MAPK→PGC-1 α 增加→粒線體基因的轉錄→粒線體蛋白的累積→推動粒線體生物合成

AMPK 單磷酸腺苷活化蛋白激酶 (adenosine monophosphate-activated protein kinase)

www.spdi.idv.tw 62



AMPK 功能 (調控脂肪細胞因子) :

- 1) 增加骨骼肌和其他組織的葡萄糖吸收 (glucose uptake)
- 2) 增加 脂肪酸 (fatty acids) 的吸收 (uptake) 與氧化 (oxidation)
- 3) 降低從脂肪組織 (adipose tissues) 釋出的脂肪酸
- 4) 減少脂肪組織所儲存的三酸甘油酯 (triglyceride)

www.spdi.idv.tw



乳酸運輸路徑

- 乳酸交換在工作肌血液與細胞，不是透過擴散路徑。
- 而是透過很專業運輸系統，**乳酸與其他單羧酸** (Monocarboxylate) 穿過細胞膜受單羧基運輸 (MCT) 幫助完成。
- MCT₁ 主要儲存於紅肌 (ST) 肌群，
- MCT₄ 主要儲存於白肌 (FT) 肌群。
- MCT₁ 與 MCT₄ 在乳酸產生堆積時，即進行肌肉pH值的調節
- 透過**耐力訓練**可以提高在細胞膜於粒線體內之 MCT₁。但是無法提高MCT₄。

Brooks et al. 2008, Nr.165,S219 64



超低溫環境與運動能力 (-110°C)

Pre cooling

www.spdi.idv.tw 65



- Platen (1907) 對全身冷卻方式的應用，發現它的前身是德國在1821-1897年之間，以浴缸冰水浸泡進行治療開始。
- 近代1980年日本醫生開始以全身冷卻 (Whole body Cryotherapy) 方式，溫度設定-175°C進行類風濕性關節炎 (Arthritis) 治療 (Yamauchi, 1986)，因此開啟全身冷卻在運動上應用，促進運動員訓練後的恢復速度與抑制因無氧負荷所產生的肌肉發炎。
- 全身冷卻主要功能在於舒解疼痛、解除疼痛、抑制肌肉發炎、免疫調解、肌肉能量調解、提升肌肉血流量與促進神經活性等等 (Papenfuß, 2011)。

www.spdi.idv.tw 66

超低溫生理機轉

生理機轉	反應症狀
主要生理反應	<ul style="list-style-type: none"> ● 組織溫度下降 ● 降低與減緩新陳代謝 ● 動脈收縮 ● 阻礙氧氣與養份運輸
次要生理反應	<ul style="list-style-type: none"> ● 抑制水腫 ● 抑制血液流動 ● 抑制發炎 ● 靜脈壓力上昇 ● 無感覺狀態 ● 肌肉反應：減弱運動終板活性、抑制 γ (gamma) ● 運動神經活性、緩和肌肉疼痛 ● 延長肌肉收縮時間、延長肌肉鬆弛時間、延長肌肉潛伏期 ● 降低調節壓力 ● 降低神經傳導速度 ● 組織液黏性提升
長期生理反應	<ul style="list-style-type: none"> ● 溫度調節交換反應 ● 同感反應 (瞳孔) consensual reaction ● 血壓上昇 ● 呼吸增大且深 ● 適應

超低溫與荷爾蒙反應

荷爾蒙	反應	功能
ACTH 腎上腺皮質刺激素	↓	調節體內的水鹽代謝和糖代謝
血胺素 Serotonin	↓	增進發炎
Cortisol 皮質醇	↓	抗發炎作用
Adrenalin 腎上腺素	↑	1. 心臟收縮力上升 2. 血管擴張 3. 傳導加速
Noradrenalin 正腎上腺素	↑	1. 引起血壓、心率和血糖含量增高 2. 強大的血管收縮作用和神經傳導作用
Dopamin 多巴胺	↑	1. 促使神經系統正常操作 2. 幫助細胞傳送脈衝的微小化學物

Stratz, T., Schlegel, P., Mennel, P., Müller, W. (1991). Biochemische und hormonelle Reaktionen unter der Ganzkörperkältheapie. In: Generalisierte Tendomyopathie. 299-306.Nr. B181, S5

Extreme 低溫效果

- 加速新陳代謝
- 提昇血液流動
- 降低組織發炎
- 消除腫脹

•Birwe, G. (1987). Ganzkörperkältheapie. Ulm.28-33.

Extreme 低溫對運動員之效果

- 提昇 20% 肌肉力量活性
- 提昇肺容積
- 解除支氣管痙攣
- 提昇血液氧氣 (O_2) 分壓
- 減少 CO_2 含量
- 降低安靜心跳率 10 min^{-1} (低溫結束)
- 提昇腦部血液流動
- 釋放 Endorphin

Papenfuss, W. (2005). Die Kraft aus der Kälte. Eine physikalische Kurzzeittherapie mit Langzeitwirkung. Regensburg.

比賽前應用超低溫 2-3 min

- 提昇最大力量與競技能力 10-20%
- 提昇活力(vitality) 50-80%
- 改善短距離能力
- 提昇肌肉張力
- 改善關節與肌肉組織功能
- 抑制疼痛 3-6 h
- 提昇體循環活性與改善血液流動

Papenfuss, W. (2005). Die Kraft aus der Kälte. Eine physikalische Kurzzeittherapie mit Langzeitwirkung. Regensburg.

短時間高劑量低溫對運動能力反應作用

Joch, W., Ückert, S. (2003). Ausdauerleistung nach Kälteapplikation. Leistungssport, 33, 17-22.

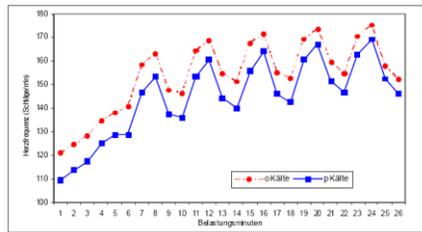


Abb. 2: Herzfrequenzprofil während eines intervallierten Ausdauertests (N = 17)

oKälte 正常溫度
pKälte -110°C

詹姆士總冠軍賽力撐「獨腳戲」，11天5戰平均上場45.6分鐘

- 「移動日要坐5小時飛機，然後隔天就出賽近50分鐘，加上球隊只能靠他1人，身心負擔更重，幾乎已超過負荷。」



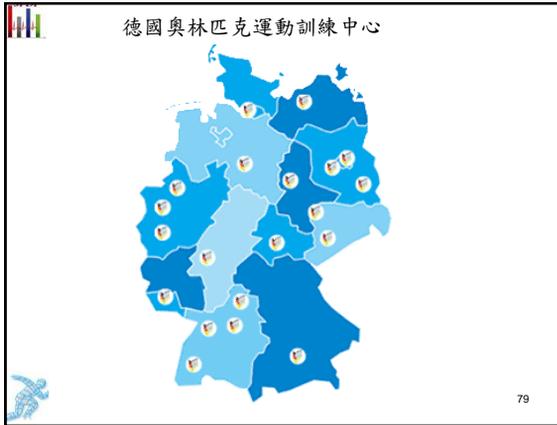


表 冷卻研究之相關方法於研究結果

研究者與年代	冷卻方法	測試方式	結果
Schmidt & Bruck (1981)	5 °C 冷空氣	腳踏車新增負荷測試至耗竭	增加耗竭時間與工作表現
Hessemmer et al. (1984)	0 °C 冷空氣	60分腳踏車測試	顯著增加運動能力、降低身體各部位之溫度與流汗量
Olshewski & Bruck (1988)	0 °C 冷空氣	腳踏車新增負荷測試至耗竭	增加持續耐力時間
Frick, R (1989)	-110 °C (低溫倉)	高強度肌肉力量訓練後 5x2min(低溫倉)	未發現運動員骨骼肌內引發肌肉疼痛之跡象
Lee & Haymes (1995)	0 °C 冷空氣	以82%VO ₂ max強度跑步至耗竭	增加耐力表現及身體熱儲蓄率
Smith et al. (1997)	-110 °C (低溫倉)	五人三項運動員進行測試，比賽前進入-110 °C 低溫倉 3x3min	顯著改善運動員耐力能力 (乳酸堆積減少)
Uckert et al. (2003)	-110 °C (低溫倉)	腳踏車 250Watt 間歇測試	測試前與間歇期進入低溫倉之運動員負荷心速率顯著下降
Hollensteiner (2003)	-110 °C (低溫倉)	停留 3 min	肌肉疼痛顯著下降
Joch et al. (2003)	-110 °C (低溫倉)	腳踏車 5x2min (250W) 測試前進入-110 °C 低溫倉 3 min	實驗組運動結束血液乳酸與NH ₄ 顯著低於對照組
Sturbojen et al.(2003)	冰背心 (ice vest)	5km 跑步測試	顯著降低身體各部位之溫度與提高運動表現
Rudolf, S (2005)	-110 °C (低溫倉)	停留 3x3 min	改變B-Endorphin 與免疫系統功能
Hunter et al.(2006)	冰背心 (ice vest)	4km+6km馬拉松比賽	身體核心溫度顯著下降，但運動表現未顯著提升

www.spdi.idv.tw

- 訓練不用研究-而是應用研究成果
- 研究方式-也是訓練方法

www.spdi.idv.tw

81

筆記空白頁