CityU Delegation
Standard Chartered Hong Kong Marathon

MARATHON

城大渣打香港馬拉松2016
Running Clinic

20th Anniversary
20周年

Standard Chartered
Hong Kong Marathon
渣打香港馬拉松
2016

教練/導師：黃德誠

課程內容

第四課（5/11，17/12）

- **供能系統**
  - 安靜時的能量來源
  - 時間短、強度大
  - 時間長、強度較小
- **訓練原則**
  - 特殊性原則
  - 超量負荷原則
  - 循序漸進原則
  - 作息有序原則
  - 個別差異原則
  - 週期訓練原則

能量

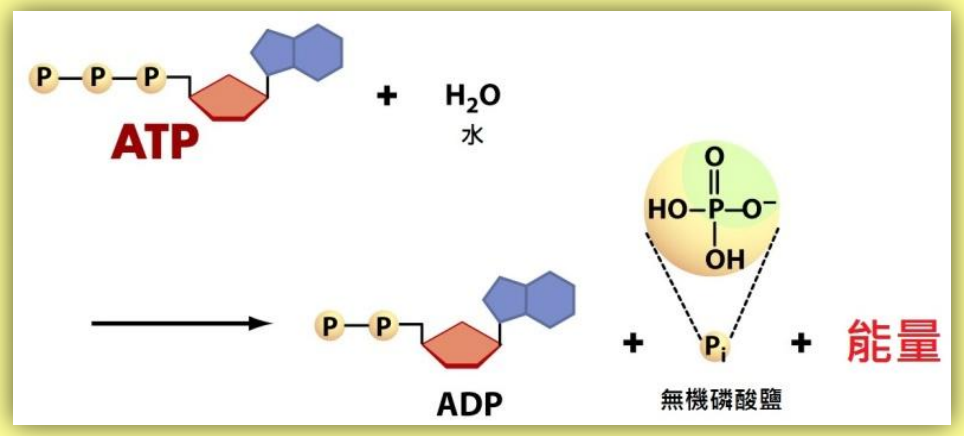
- 運動中的各種動作，都是**肌肉收縮**的結果。
- 肌肉必須得到**能量**的**不斷供應**，才能夠一直工作下去。
  - 除了**骨骼肌**外，**平滑肌**和**心臟肌**的活動同樣需要能量供應才能運作。

能量

- 食物分解所釋放出來的能量，並**不能**“**直接**”給肌肉使用。
  - 必先用以製造一種儲存於**肌肉之內**，名為**三磷酸腺苷**（**ATP**，adenosine triphosphate）的**高能量化合物**。
  - **ATP**被**分解**時，所釋放出來的能量就可以用來作肌肉活動之用。

ATP

- **ATP**其實是由一個結構非常複雜的**腺苷酸**（adenosine）部分和三個相對地較為簡單的**磷酸鹽**（phosphate）小組所構成。
  - 當**ATP**被**分解**的時候，就能夠產生**能量**。

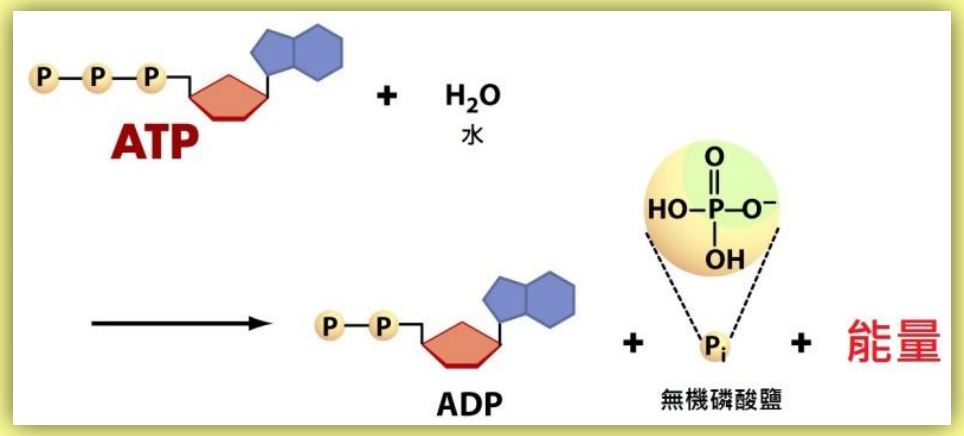


ATP --> ADP + P + **能量**

ADP + P +**能量**--> **ATP**

ATP

- **ATP**在肌肉內的**儲存量極為有限**。
  - 僅足以維持**三數秒**的**盡全力活動**（all-out efforts）之用。
  - 肌肉活動若要繼續進行下去，就得**重新合成**ATP。

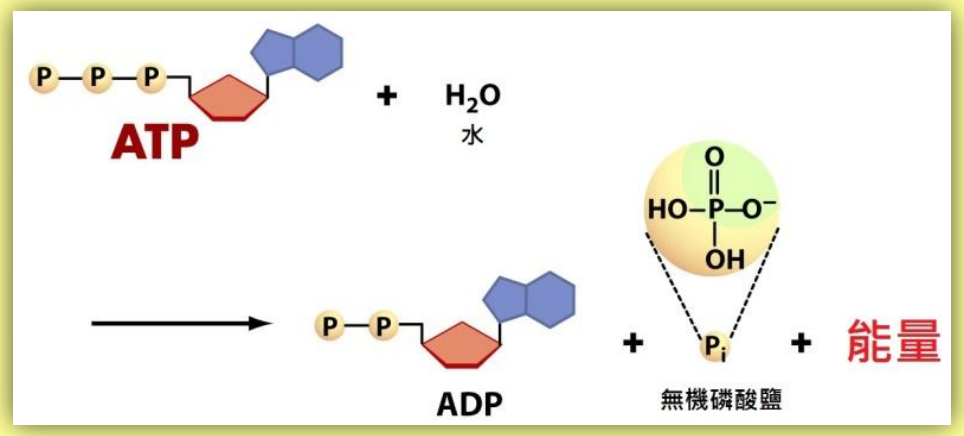


ATP --> ADP + P + **能量**

ADP + P +**能量**--> **ATP**

能量系統

- **重新合成ATP**原來也是要用上能量。
- 人體內就有**三個能量系統**，可以供應能量作為重新合成ATP之用
  - 當中**兩個**是**無氧系統**，另外**一個**則是**有氧系統**。



ATP --> ADP + P + **能量**

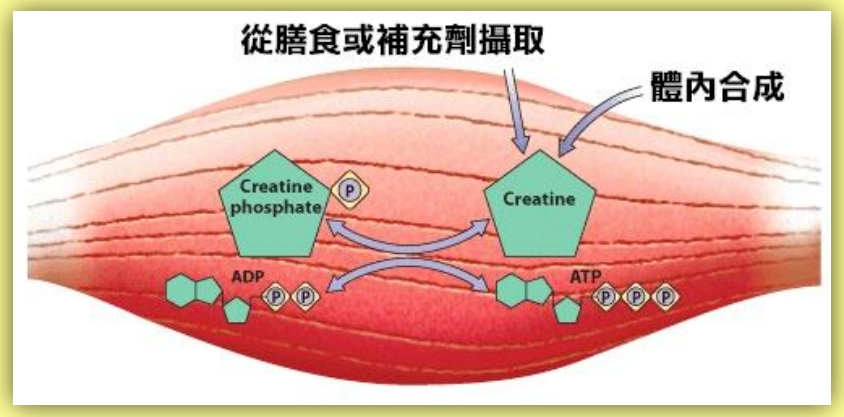
ADP + P +**能量**--> **ATP**

無氧系統

- **無氧系統**（anaerobic system）亦即是能夠在**沒有氧氣**的情況下重新合成ATP的能量系統。
- 人體內總共有**兩個無氧系統**
  - **三磷酸腺苷－磷酸肌酸系統**（ATP-PC system）
  - **乳酸系統**（lactic acid system）

ATP-PC系統

- 在人體的**肌肉**細胞內，其實還儲存著另一種**高能量化合物—磷酸肌酸**（**PC**，phosphocreatine）。
  - **PC** 被分解時釋放出來的能量就可以用來重新合成 **ATP**。

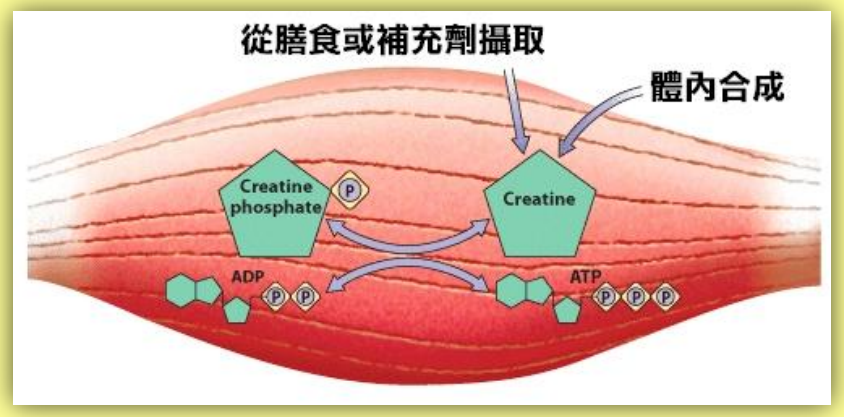


PC --> P + C + **能量**

能量 + ADP + --> **ATP**

ATP-PC系統

- **PC** 在人體內的**儲存量**也是**極為有限**，肌肉內**ATP**及**PC**的**總存量**，僅足以維持**不到十秒**的**盡全力活動**。

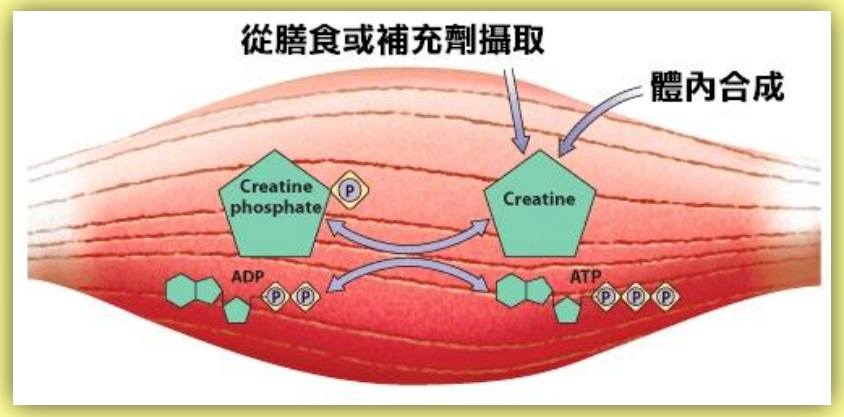


PC --> P + C + **能量**

能量 + ADP + --> **ATP**

ATP-PC系統

- **重新合成PC**原來也是要用上**ATP**被**分解**時所釋放出來的能量。
  - 這過程會在**運動完畢後**人體處於**恢復狀態**之下才進行。



PC --> P + C + **能量**

能量 + ADP + --> **ATP**

ATP-PC系統

- **ATP-PC 系統**的重要性在於能夠提供**即時**的能量作肌肉活動之用。
  - 是人體內**最迅速**的能量來源。
    - **不需要**把**氧氣**輸送到肌肉中才能運作
    - 所需的燃料（ATP及PC）亦早已**儲存**於**肌肉細胞**之中。
    - 分解時所涉及的**化學反應**亦較另外兩個能量系統少。
- 對於**強度大**、**速度高**，並且只需在**數秒間**完成的活動尤為重要。
  - 起跑、跳躍、投擲、舉重等。

乳酸系統

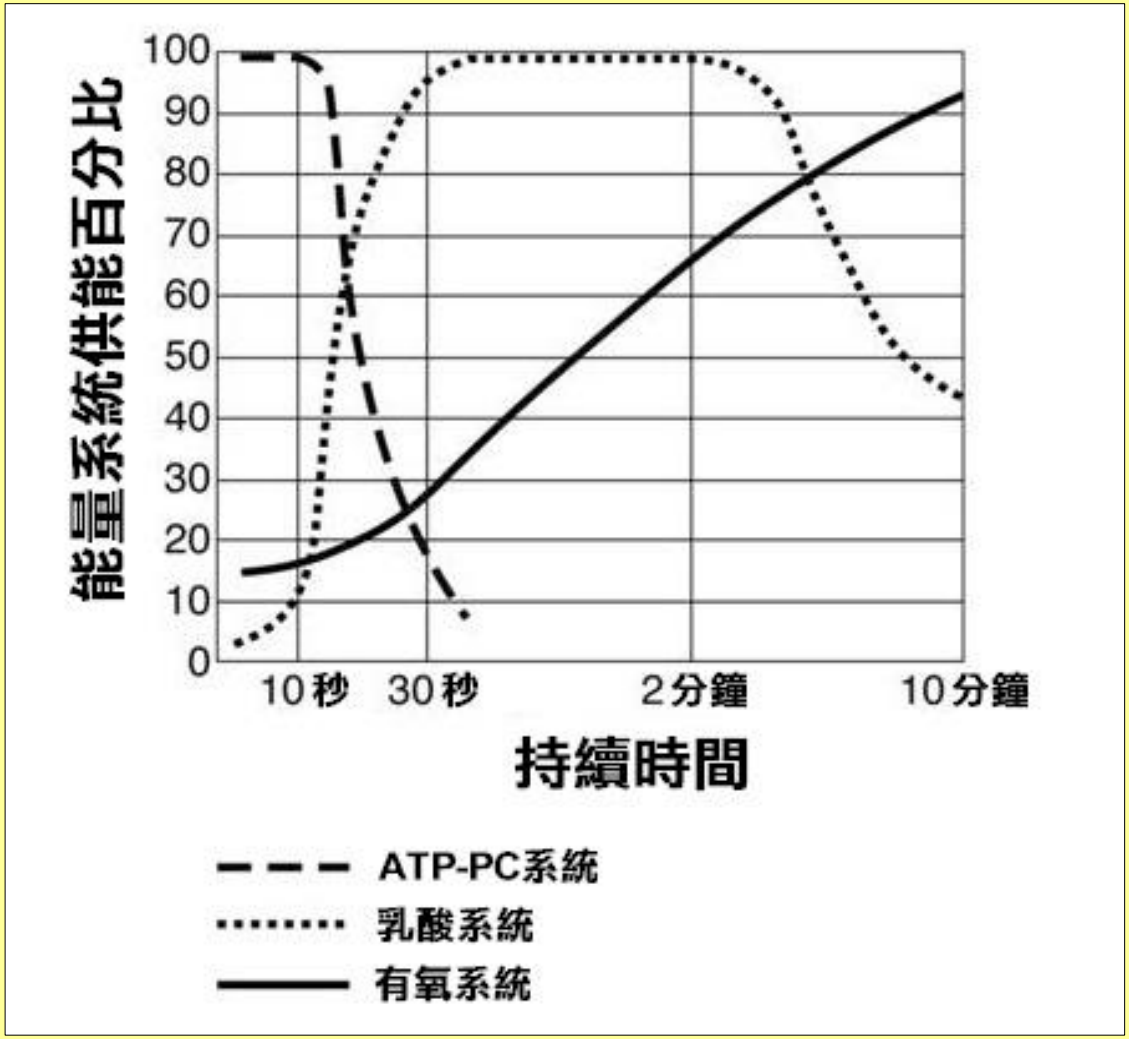
- **乳酸系統**也可以在**沒有氧氣**的情況下產生ATP。
- 可以用上各種**醣元**（各種糖類的統稱）作為燃料，不過在產生ATP的同時，亦會同時產生與疲勞有關的代謝產物——**乳酸**。
- 由於醣元**未能**被完全**氧化**，所以**乳酸系統**在**無氧醣酵解**（anaerobic glycolysis）情況下產生的能量遠比在氧氣充裕的情況下作**有氧醣酵解**（aerobic glycolysis）時來得**少**。

乳酸系統

- 雖然**乳酸系統**所提供的能量也是**非常有限**，但其重要性就是能夠在**很短的時間內**提供能量作為肌肉活動之用。
- 對需要在 **1至 3分鐘內**完成的大強度活動非常重要。
  - 400米、800米跑等。

乳酸系統

- 大強度活動的**初期**，**ATP-PC系統**是**主要**的供能系統。
- 但**乳酸系統**亦已開始投入服務，並且在活動開始後的**30秒左右**取代 **ATP-PC 系統**成為**主要**的供能系統。
- 當活動要**持續下去**，**乳酸**的大量積聚使到**乳酸系統**的**效率**逐步**下降**，**有氧系統**也就漸漸**取而代之**成為**主要**的供能系統。



有氧系統

- 在**氧氣充足**的情況下，**有氧系統**可以用上**醣元**、**脂肪**或**蛋白質**作為燃料。
  - 若以**脂肪**作為燃料，要產生**同量**的**ATP**，便要比用**醣元**作為燃料時消耗**多約15% 氧氣**。
  - 除非身體是處於**飢荒**、**醣元消耗殆盡**或**非比尋常**的**耐力項目**（如歷時數天的超長距離跑）之中，否則**蛋白質**對提供能量作為肌肉活動的貢獻只是**微不足道**。
  - 在**安靜時**及**大部分**的**體育活動中**，**醣元**和**脂肪**仍然是**主要**提供能量以重新合成ATP的燃料。

有氧系統

- 比較起另外兩個**無氧系統**來說，**有氧系統**在ATP的總生產量可說是難以估計。
  - 無論是**醣元**、**脂肪**，甚至是**蛋白質**均可以用作重新合成ATP。
  - 人體內**醣元**的**總存量**為475至556克，共可產生相當於1029至1205千卡的能量。
    - 根據Costill與Fox（1969）及Fox與Costill（1972），約可跑畢**3/5**至**4/5**個**馬拉松**。
- **有氧系統**能夠在**大量**合成ATP之餘而**不會**產生導致疲勞的代謝產物，是**持續3分鐘以上**活動的**主要**供能系統。

安靜或休息時的能量來源

- 人體處於**安靜**或**休息**的狀態時，**氧氣**供應**充足**，所以能量主要是由**有氧系統**提供。
  - 大約有**2/3**的能量是來自**脂肪**的代謝，
  - 另外的**1/3**則是來自**醣元**，
  - 而**蛋白質**的貢獻只是**微乎其微**。

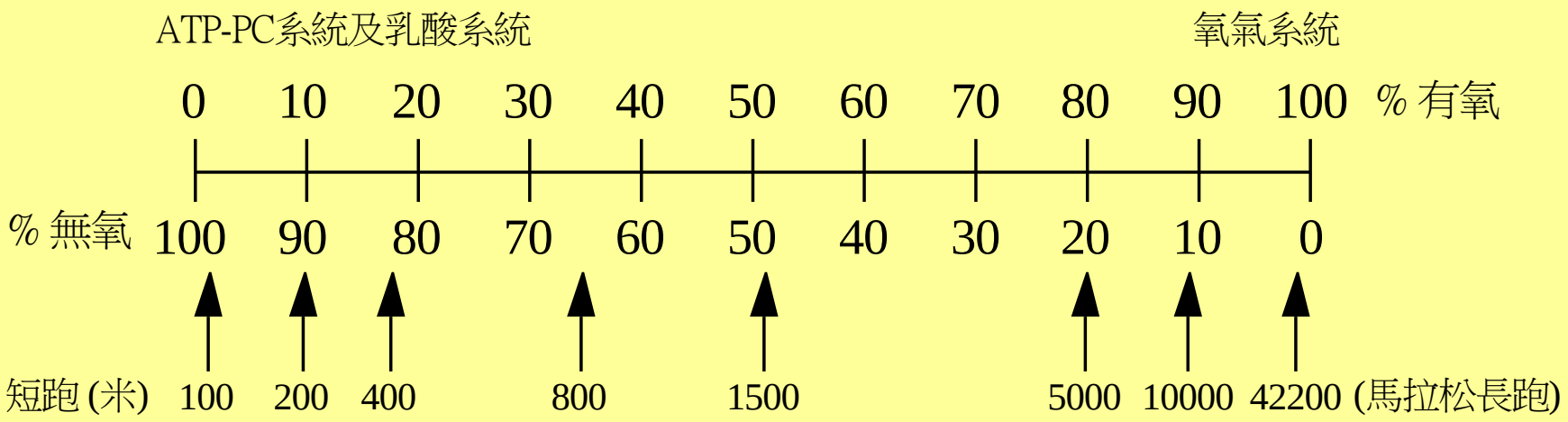
時間短、強度大的運動

- 任何只可以維持**2至3分鐘**的運動項目，均可被視為**時間短**而**強度大**的項目。
  - 100米、200米、400米及800米跑等。
- 經常要求人體在**氧氣短缺**（oxygen deficit）的情況下提供能量作肌肉活動之用。
- **無氧系統**（包括**ATP-PC系統**及**乳酸系統**）是這類項目的**主要**供能系統。

時間短、強度大的運動

- 對於**時間極短**而**強度非常大**的項目而言，**ATP-PC系統**是**主要**的**無氧供能系統**。
- 當運動持續下去，**乳酸系統**逐漸取代**ATP-PC系統**而成為**主要**的**無氧供能系統**。

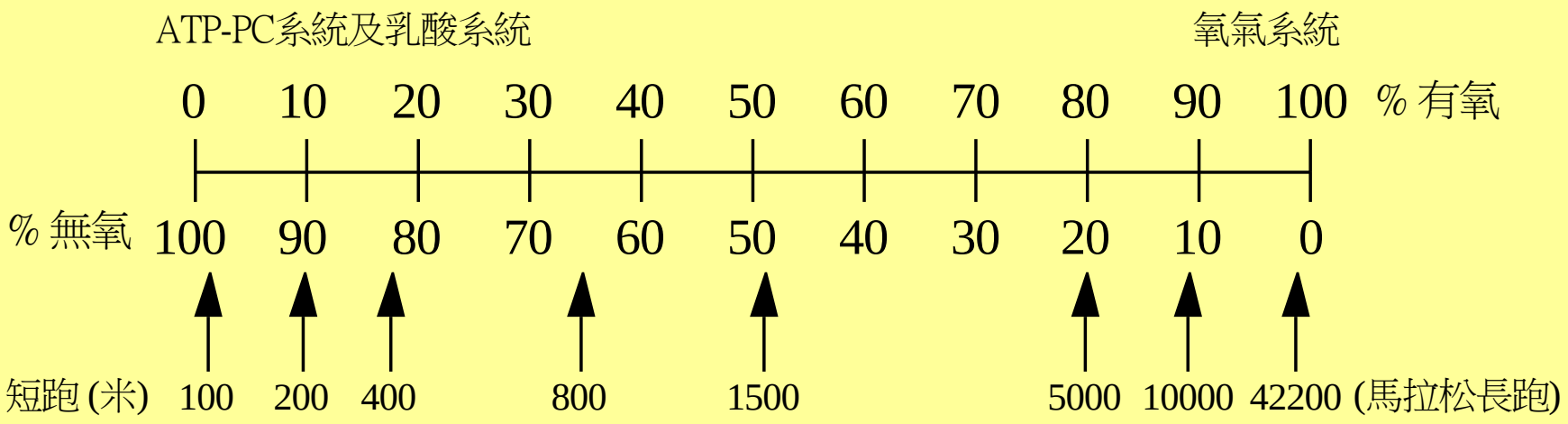
個別徑賽項目的能量來源



時間短、強度大的運動

- 在 **PC** 接近**衰竭**及**乳酸濃度**不斷**提高**的情況下，活動亦只得**停止**下來或改以**較低**的**強度**繼續進行。
  - 以**2至10分鐘內**完成的項目最為顯著。

個別徑賽項目的能量來源



時間長、強度小的運動

- 任何可以維持**10分鐘或以上**的運動項目。
- **有氧系統**是這類活動的**主要**供能系統。
- **醣元**和**脂肪**都是**主要**的燃料。
  - **20分鐘以內**的運動項目主要以**醣元**作為燃料。
  - 當運動持續下去（如 **1小時或以上**），**醣元**的儲備明顯**下降**時，**脂肪**便會**逐漸**取而代之成為**有氧系統**的**主要**燃料。
  - **ATP-PC系統**及**乳酸系統**只在運動**開始**的階段，或運動員要作**加速**或最後**衝刺**時，才會起著積極的作用。

時間長、強度小的運動

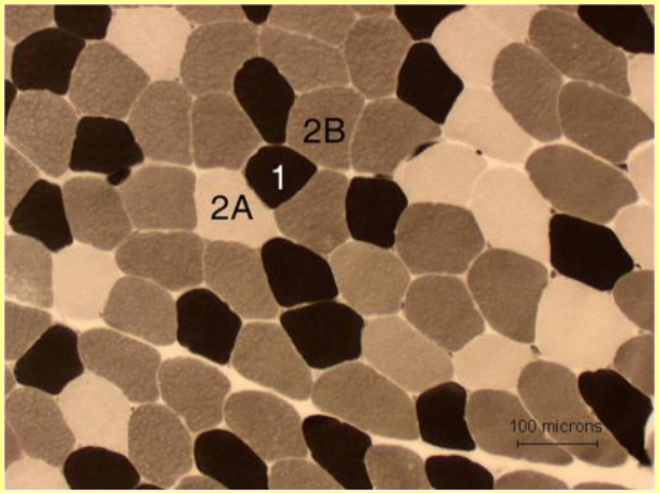
- **時間再長**的項目如**馬拉松長跑**，運動員於比賽完結時血液內**乳酸**的濃度往往**只是安靜時**的**2至3倍**（Costill 與 Fox，1969）。
- 導致**疲累**的**原因**包括（Costill，1974）：
  - **肝醣耗盡**以致血糖濃度下降。
  - **肌醣耗盡**而出現局部的肌肉疲勞。
  - **水分**和**電解質流失**導致體溫上升。
  - **心理**上感到沉悶。

其他項目

- 介乎**「時間短、強度太」**和**「時間長、強度小」**兩者之間的的項目。
  - 如1500米跑及3000米跑等。
  - 需要到**有氧系統**及**無氧系統**的**同時**或**交替**運作。
    - 在活動的**加速**及**衝刺**階段，**無氧系統**是**主要**的供能系統。
    - 在活動的**中段**或**穩定狀態階段**，能量則主要由**有氧系統**供給。
- 不單止是**跑步**項目如此，**游泳**、**單車**，甚至是**球類**活動等，都有類似的情況出現。

乳酸的清除

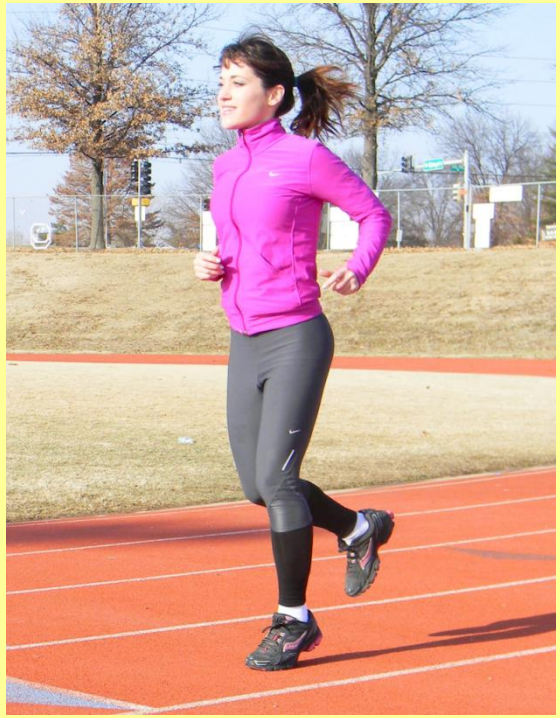
- **乳酸的命運**
  1. 以**尿液**及**汗液**的形式排出體外。
  2. 被轉化回**醣元**。
  3. 被轉化成**蛋白質**。
  4. 被**氧化**成二氧化碳和水。



- **大部分**（**超過60%**）的**乳酸**都是在**有氧系統**的運作下，被**氧化**成**二氧化碳**和**水**。
- **骨骼肌**是把乳酸氧化的**主要**器官，當中尤其以**慢縮肌**（slow-twitch fiber）的氧化能力較強。

乳酸的清除

- **Hermansen 等（1975）**
  - **劇烈**的運動過後，在**完全安靜**的情況下**休息**（rest-recovery），一般需要**25分鐘**才可以清除**肌肉**及**血液**內**50%** 的**乳酸**。
    - 要清除**95%** 的**乳酸**便需要用上**1小時15分**的時間。
  - 若改以**活動性休息**（exercise-recovery）的方式，大部分的研究均發現清除乳酸所需的時間要**短**得多。



乳酸的清除

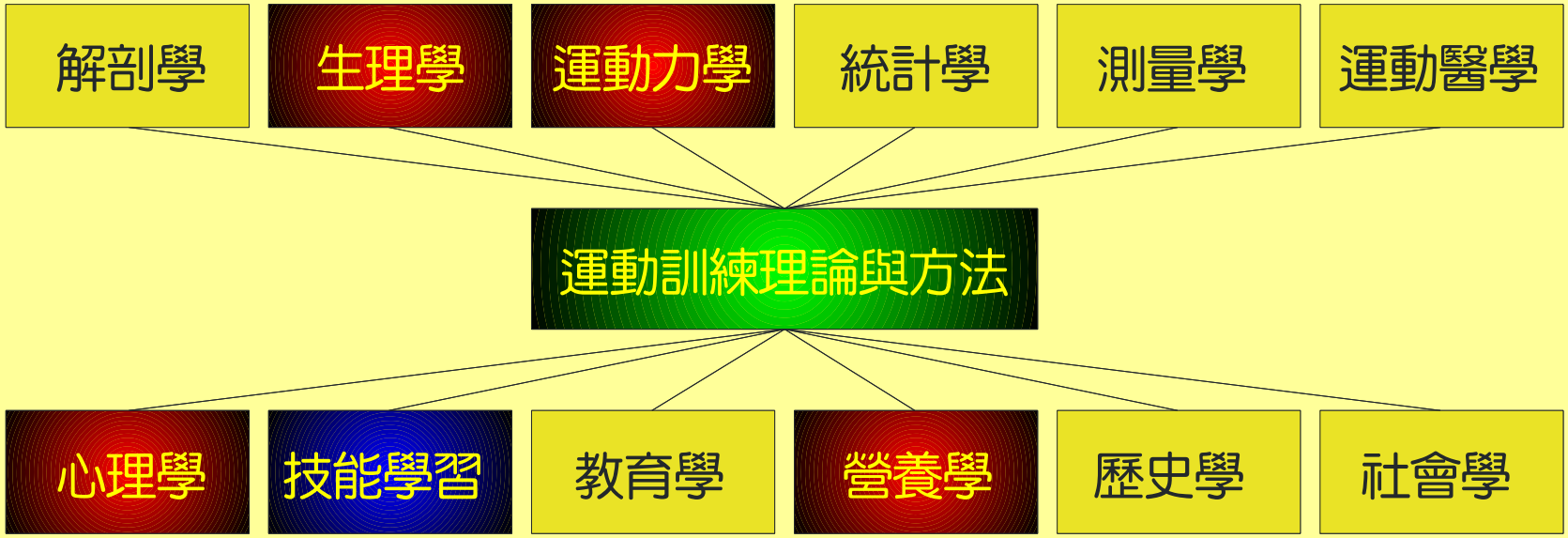
- **Bonen 與 Belcastro（1976）**
  - 不論以**連續性慢跑**或**間歇性活動**作為休息的模式，乳酸清除的速度都要比**完全安靜**的休息模式快。
  - 在**運動結束後**的**20至25分鐘內**，已回復至近乎安靜時的水平。
  - **連續性慢跑比間歇性活動**的效果**更佳**。

乳酸的清除

- **Belcastro 與 Bonen（1975）**
  - 至於**活動性休息**的**強度**方面，**一般人**最好是以其**最大攝氧量**的**30% 至45%** 進行。
- **Gisolfi，Robinson 與 Turrell（1966 ）；Hermansen 與 Stensvold （ 1972）**
  - **受過訓練**的運動員，則應以其**最大攝氧量**的**50% 至65%** 進行。
- 訓練的**水平越高**，**活動性休息**的**強度**亦要在適當範圍內相對地**提高**。

訓練原則

- 指整個訓練過程中一系列的**指引**。
- 運動訓練不單是一門**藝術**，當中還必須用上各種**運動科學**的知識，才能使訓練更有成效。



訓練原則

- 特殊性原則
- 超量負荷原則
- 循序漸進原則
- 作息有序原則
- 個別差異原則
- 週期訓練原則

特殊性原則

- **Fox 等（1993）**
  - 指訓練計劃必須針對**個別項目**的
    - **主要供能系統**
    - **參與運動的肌肉**
    - **活動的模式**

特殊性原則

- 供能系統
  - 10秒以內
    - ATP-PC系統
  - 30秒至2分鐘
    - 乳酸系統
  - 3 分鐘以上
    - 有氧系統

特殊性原則

- **肌肉**
  - 跑步所產生的動作，都是**肌肉收縮**的結果。
  - 訓練必須針對**涉及**的**肌肉（群）**來進行鍛煉。

特殊性原則

- **運動模式**
  - 指**活動時**的**模式**也要與**實際**的**技術動作盡量相同**，才可以收到最大的成效。
    - **游泳**運動員應以**游泳**作為訓練模式。
    - **單車**運動員應以**單車**作為訓練模式。
    - **跑步**運動員當然要以**跑步**作為訓練模式。
  - **Foster 等（1995）**
    - 游泳訓練對跑步的表現雖然都有幫助，但貢獻始終**不及**跑步訓練來得實際。

超量負荷原則

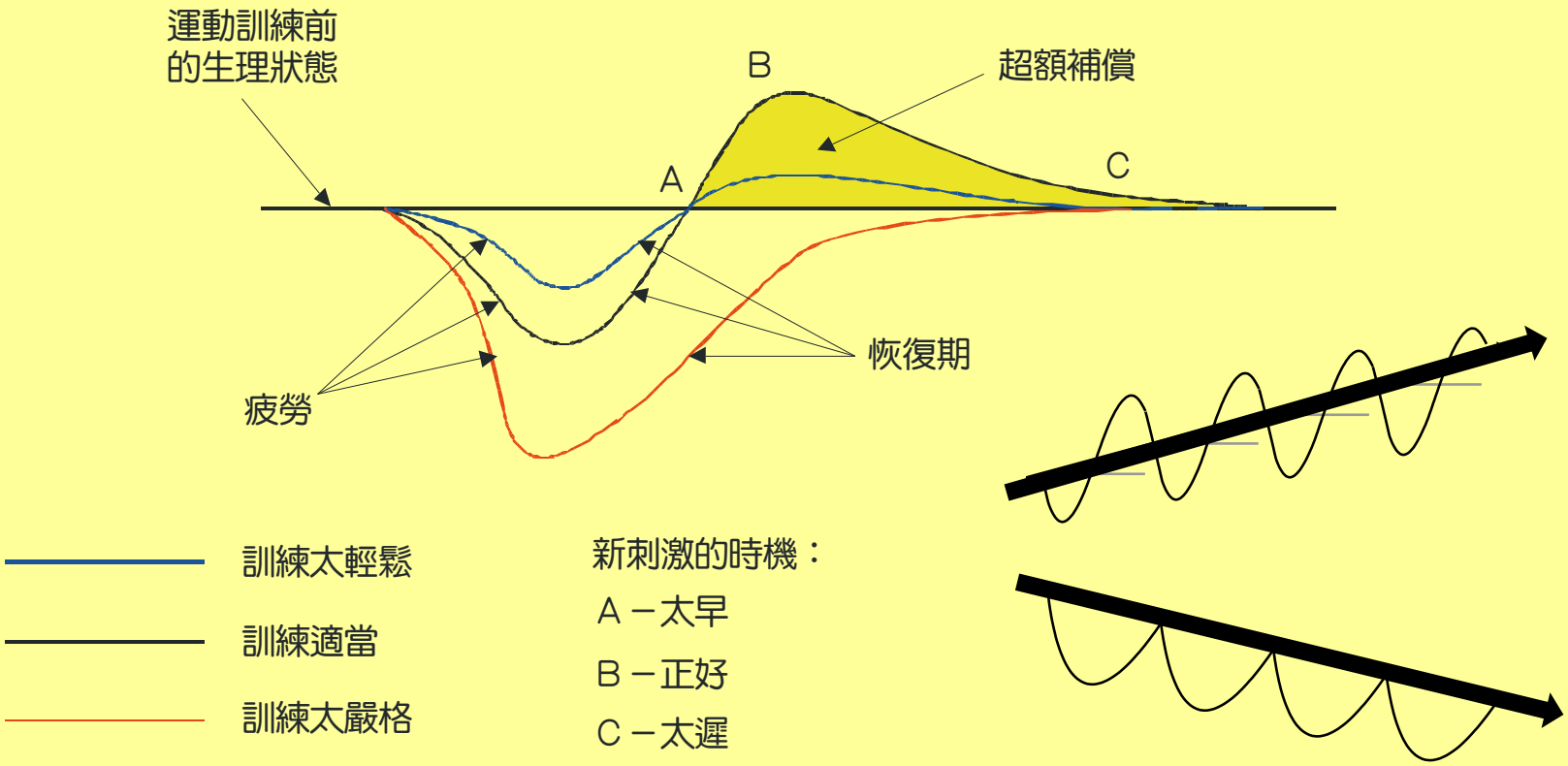
- **Astrand 與 Rodahl （1986）**
  - 當運動員的**表現**和**實力**有所**提高**，或對**訓練**的**量**或**強度**已經**適應下來**後，就是**增加訓練量**或**訓練強度**的時候了，否則進步就會停止下來。
- **Fox 等（1993）**
  - 在訓練的每一個階段，**訓練負荷**都必須**接近**運動員**體適能**的**最高水平**。

逐步提高訓練負荷原則

- 無論是增加**訓練強度**或**訓練量**的時候，都必須 **“循序漸進、逐步提高”** 。
  - 如果增加得過高過急，都會增加運動受傷的風險。
  - 在增加**訓練量**或**訓練強度**的時候，都必須**因人而異**，按**個別**運動員的能力和需要而定，**切勿盲目遵從“增加 10%”**的原則。

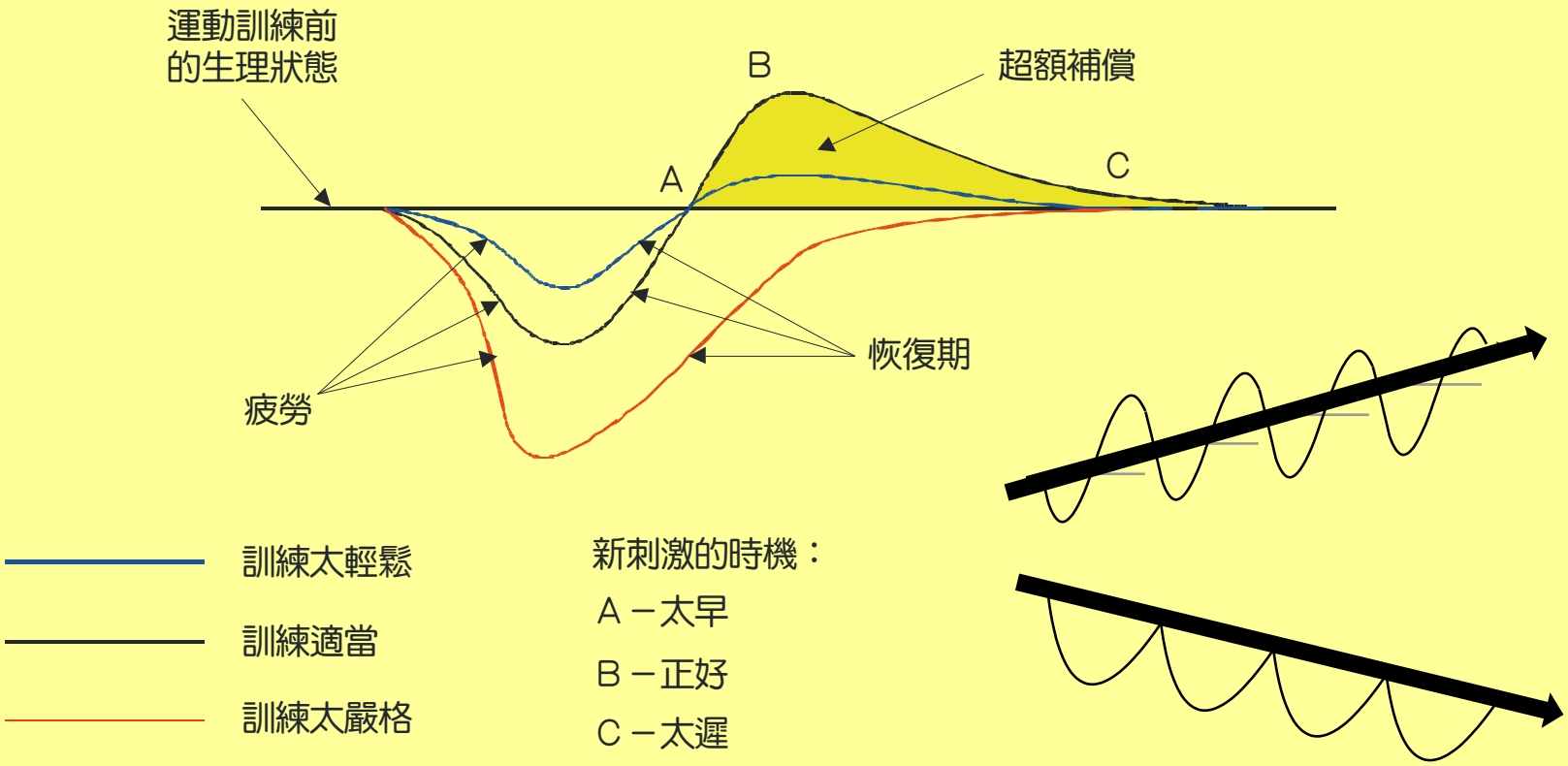
逐步提高訓練負荷原則

- 每一次訓練課後，機體的**工作能力（表現）**都會**下降**至**低於初值**。



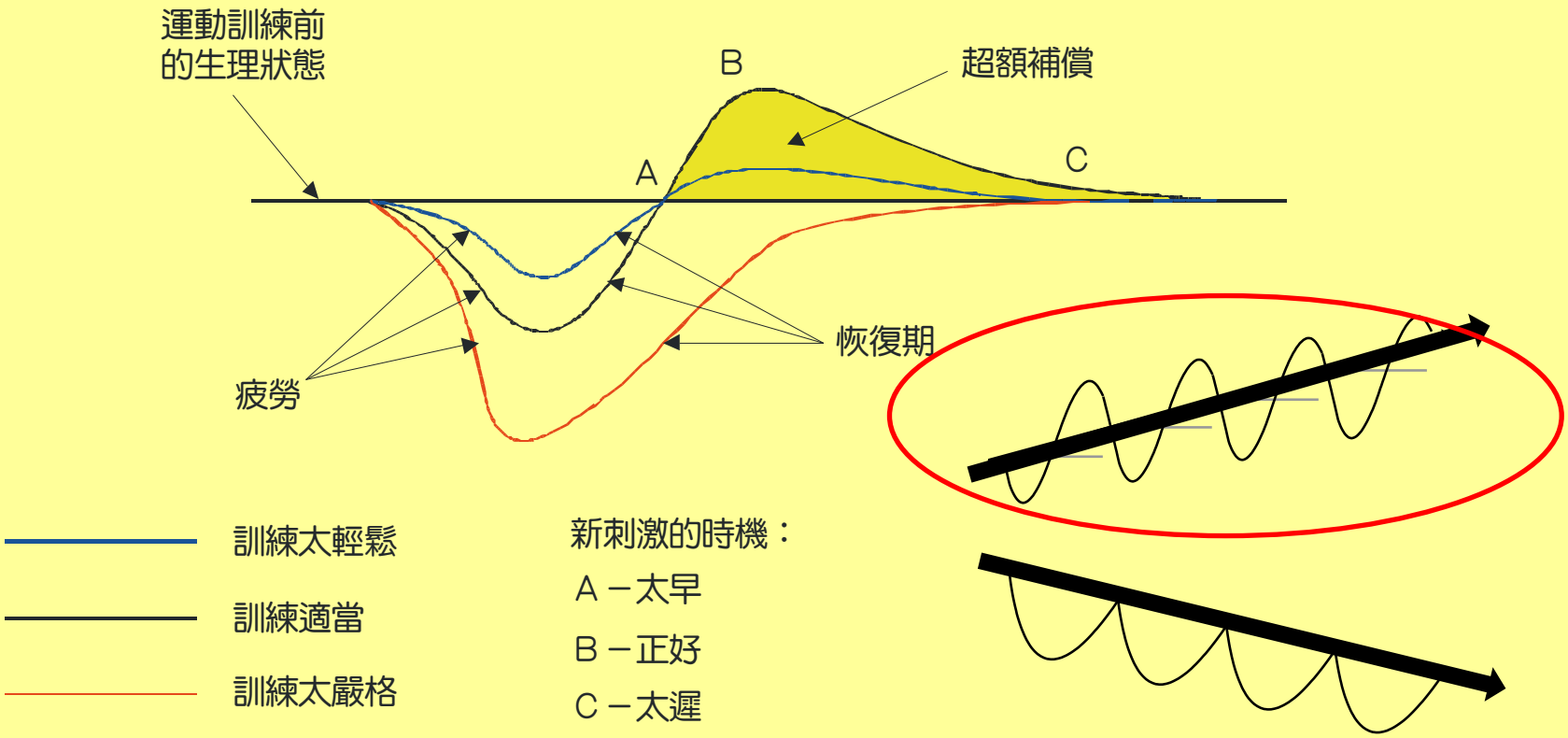
逐步提高訓練負荷原則

- 如果有**足夠**的**時間恢復**，工作能力不單止會回復至其初值，而且還會升越比前更高的水平，這就是所謂**“超額補償”**（supercompensation），也就是**訓練效果**。



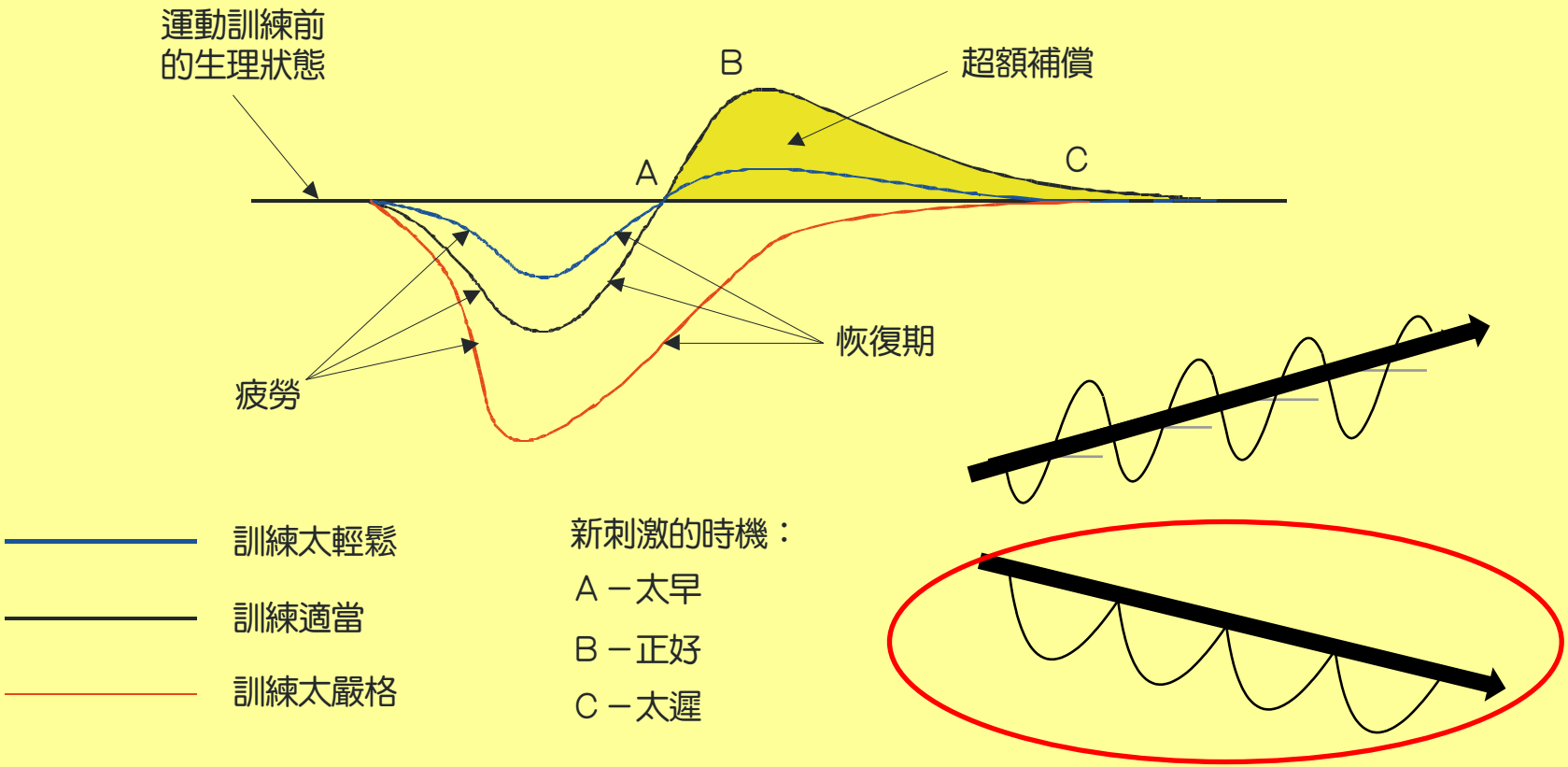
逐步提高訓練負荷原則

- 如果緊接著的訓練課都能在**超額補償**階段進行（**越接近 B 點越好**），再配合上**循序漸進**的**負荷**，**表現**就會日漸**提升**。
  - 如果緊接著的訓練課都在接近 **C 點**階段才實施，改善就會**不夠**明顯。



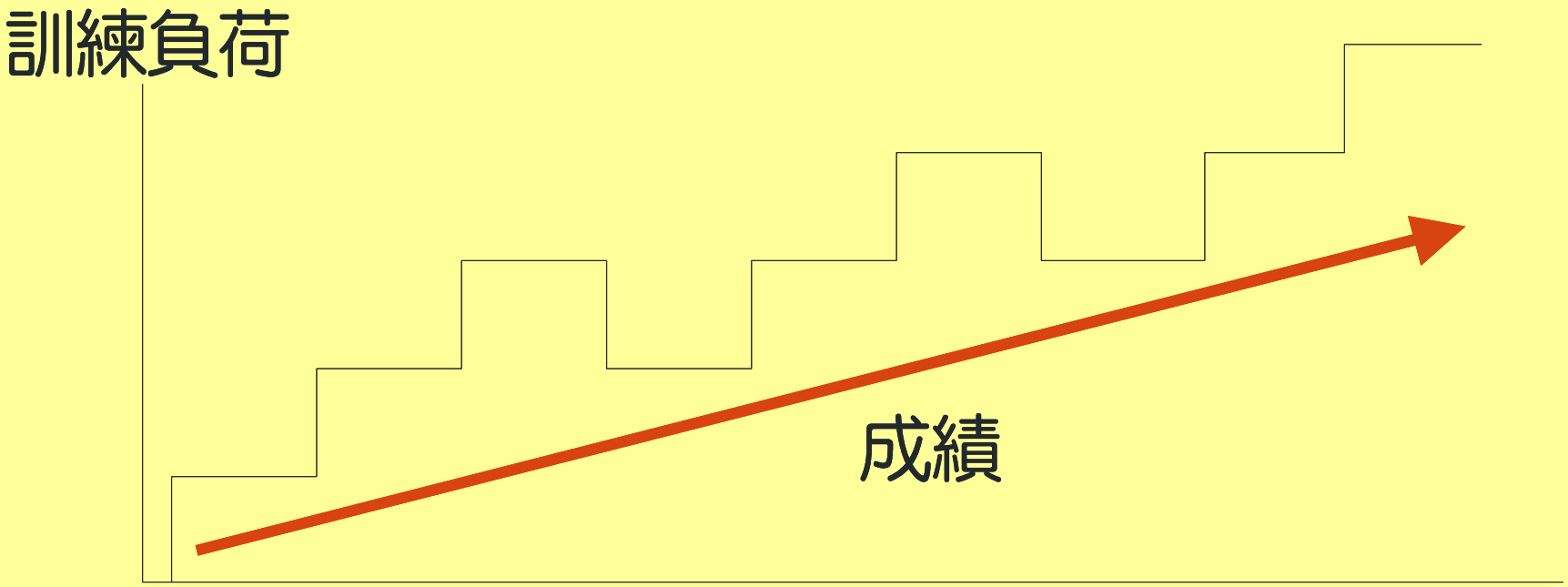
逐步提高訓練負荷原則

- 如果緊接著的訓練課都來得**過早**（**低於 A 點**），將導致**恢復不足**，**工作能力**就會日漸**下降**。



逐步提高訓練負荷原則

- **階梯式**、**波浪型**增加訓練負荷的方法較**連續性**、**直線**增加負荷的方法更為有效。



作息有序原則

- 就算**每天**進行跑步練習，並**不等如每日**都要**全力以赴**地練習。
  - 會妨礙**醣元**的**恢復**，還會延誤了肌肉內**微細創傷**的**修補**過程
- **Knitter 等（2000）**
  - 如果訓練涉及較大的**離心收縮**（eccentric contraction）成分（如下坡跑），**創傷**一般會**較為嚴重**。

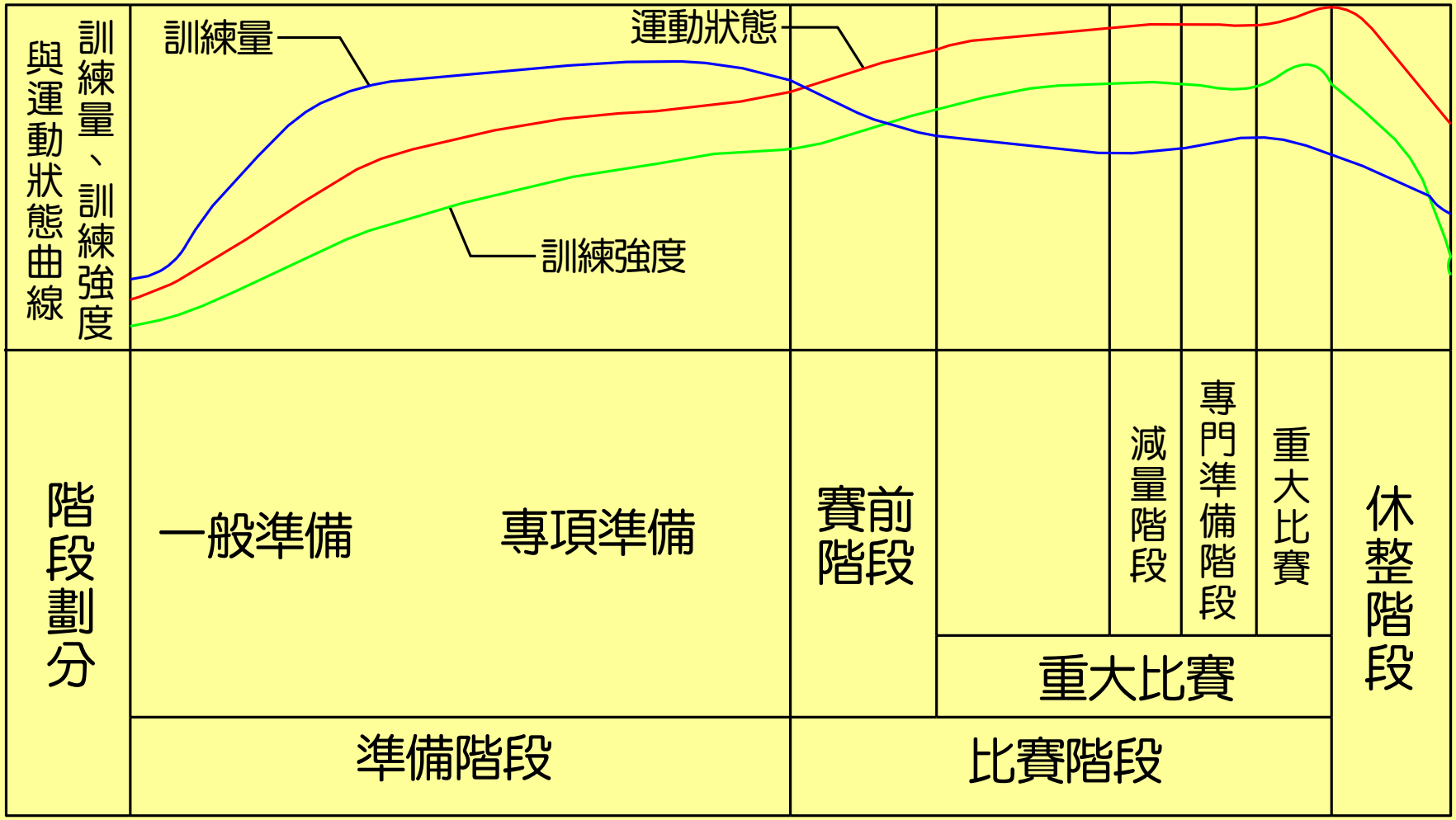
作息有序原則

- **Grobler, et al. (2004)**
  - **長時間**、**劇烈**的**耐力訓練**可以導致**肌肉**的**微細創傷**及臨時的功能障礙。
- **恢復所需時間**
  - **十公里比賽：約 48 小時（Gomez 等，2002）**
  - **馬拉松比賽：1 至 10 個星期（Grobler 等，2004）**
- 在這些**休息**的日子，運動員可以**完全休息**，不作任何練習；亦可做些**輕鬆**的**長時間慢跑**練習。

個別差異原則

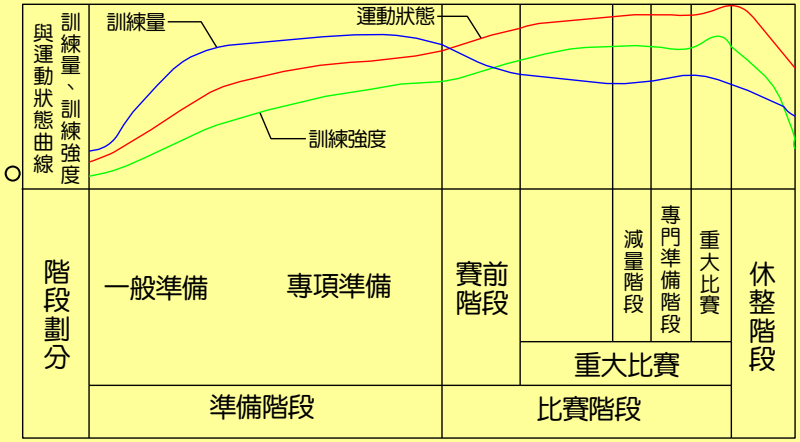
- 訓練的安排，必須根據個別運動員的**能力**、**潛質**、**學習**及**專項**特點而定。
- 安排訓練時要特別注意運動員的：
  - **生物年齡**與**實際年齡**
  - **性別差異**
  - **訓練狀況**與**健康狀況**
- **不可盲目**地以他人的訓練計劃作為藍本。

週期訓練原則


訓練量、訓練強度與運動狀態曲線
訓練量
運動狀態
訓練強度
階段劃分
一般準備
專項準備
賽前階段
減量階段
專門準備階段
重大比賽
重大比賽
休整階段
準備階段
比賽階段

週期訓練原則

- **準備階段**及**比賽階段的初期**
  - 應當**強調訓練量**，**強度**則**可稍低**一些。
- **比賽階段的後期**
  - 應**強調訓練強度**或**質量**。
  - **訓練量**可**相應調低**。
- **休整階段**
  - 運動員只適宜作**少量**的**訓練**，好讓機體在**生理**、**心理**以及**中樞神經系統**等方面得到**恢復**，為未來的訓練做好準備。



Wong-Sir 意見

- **渣打香港馬拉松**的**10公里**、**半馬**及**全馬**賽事，均屬於**時間長**、**強度小**的項目。
  - **一般參與者**應著重**有氧系統**的鍛煉。
  - **追求更高成績的參與者**在**有氧系統**鍛煉的基礎上，也有必要加入鍛煉**無氧系統**的訓練內容。
  - 除了**連續跑**訓練外，**間歇跑**訓練也能有效鍛煉**有氧系統**（請參閱**第三課**）。
    - 透過改變**間歇跑**訓練的**變數**（每次跑的**距離**、**速度**、**重複次數**、**休息間隔**及**模式**等），就能同樣有效地鍛煉**有氧系統**及**無氧系統**。

Wong-Sir 意見

- **10公里**及**半馬參賽者**
  - **毋須**憂慮比賽途中會出現**能源耗盡**的問題。
    - 體內的**醣元儲備**一般足以應付 **1 至 2小時**的賽程。
    - **步速越高**，**醣元**被應用的比率**越高**，燃燒**脂肪**的比率**越低**。
    - 只要適當**控制步速**，就能夠避免**乳酸**和**疲勞**的**提早出現**。

Wong-Sir 意見

- **全馬參賽者**
  - 除了**體力**和**技術**的鍛煉外，更要著重**營養**和**水分**的補充。
    - 導致**「撞牆」**的原因主要是：
      - **醣元耗盡**
      - **水分**和**電解質流失**
  - 有關**營養和水分補充**請繼續留意**第六課**內容。

Wong-Sir 意見

- **進行跑步訓練時**
  - 不論是採用**連續跑**或**間歇跑**，為了鍛煉**有氧系統**或**無氧系統**，應著重**「輕、快跑」**，並且要**避免肌肉緊張**（等長收縮），浪費能量。

Wong-Sir 意見

- **進行間歇跑訓練時**
  - 要鍛煉 **ATP-PC系統**，每次快跑的時間**不宜超過10秒**，否則便會開始倚賴**乳酸系統**供應能量。
  - 要鍛煉**乳酸系統**時，每次快跑的時間**不宜超過45-50秒**，否則便會開始倚賴**有氧系統**供應能量。
  - 快跑之間應採用**活動性休息**，特別是**連續性慢跑**。
    - **水平較高運動員**進行這類**連續性慢跑**時**步速**也要相應**提高**（**最大耗氧量**的 **50-60%**）。

Wong-Sir 意見

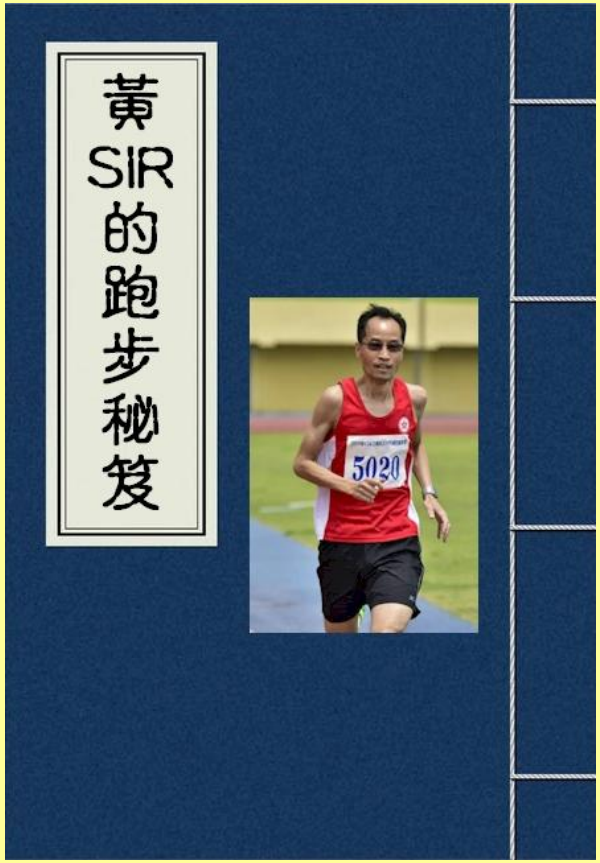
- 訓練所針對的**能量系統**和**肌肉**的**運作模式**要**盡量接近比賽項目**要求。
- 要**提升訓練負荷**時，一般應**先提升**跑的**距離**或**重複次數**，然後**再提升速度**。
- 就算要每天作跑步練習，也**不可**每天**全力**進行練習，要緊守**作息有序原則**。
  - **非全職**運動員，一般很難應付**每星期**作**3次以上**的**高強度**訓練。
- 訓練必須**質**與**量並重**。
  - 請繼續留意**下一課**（**第五課**）內容。

答問時間

長跑訓練

Q&A

認識更多



http://www.tswongsir-runners.guide