

# スポーツトレーニングの原理と原則

- オーバーロードの原理
- 全面性と個別性
- 漸進性と継続性
- 意識性と感覚性

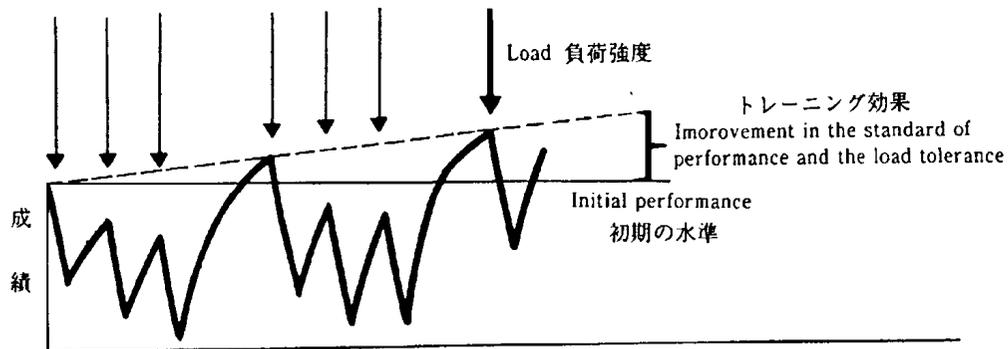
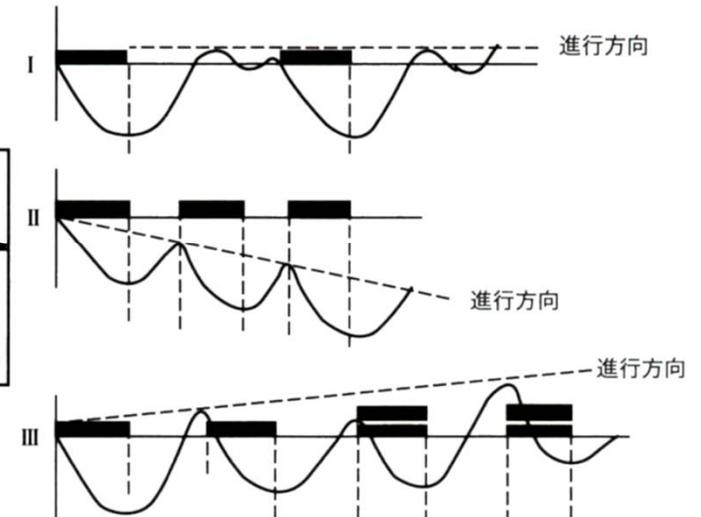
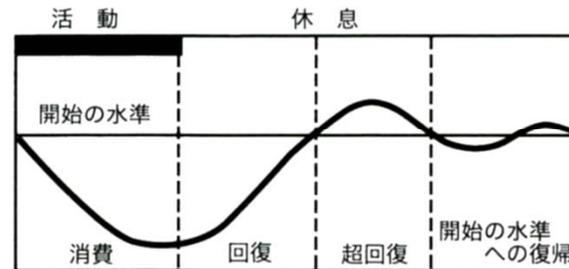


図1-5 現代の重量挙げ選手とクロトナのみロ (カルポヴィッチ、1959)

# トレーニングの原則

- 全面性の原則：トレーニングの特異性と多様性  
「あなた本当にそのスポーツ向いてるの？」
- 個別性の原則：各個人のタイプ（体形、性格 etc）は異なる
- 漸進性の原則：「量」と「質」の同時追求は危険  
「量」増から「質」向上 ⇒ 繰り返しによるスキル獲得と向上
- 反復性（計画性）の原則：生活リズムの形成だけでも2週間必要
- 自覚性の原則：目的と方法の一致 ⇒ 何のための練習か？
- 感覚性の原則：言葉よりも自分の「感じ」  
フォーム＋タイミング＋アクセントでの認識

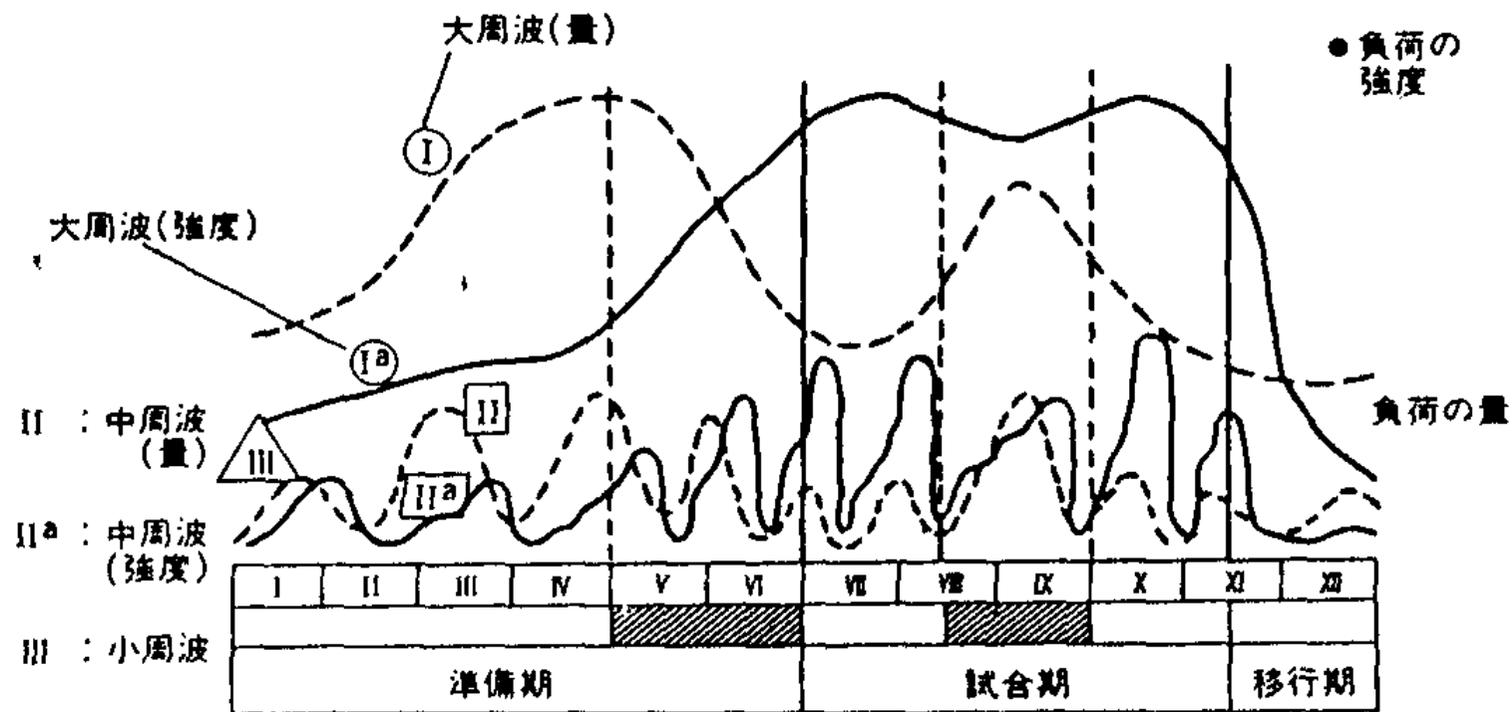
# トレーニング計画



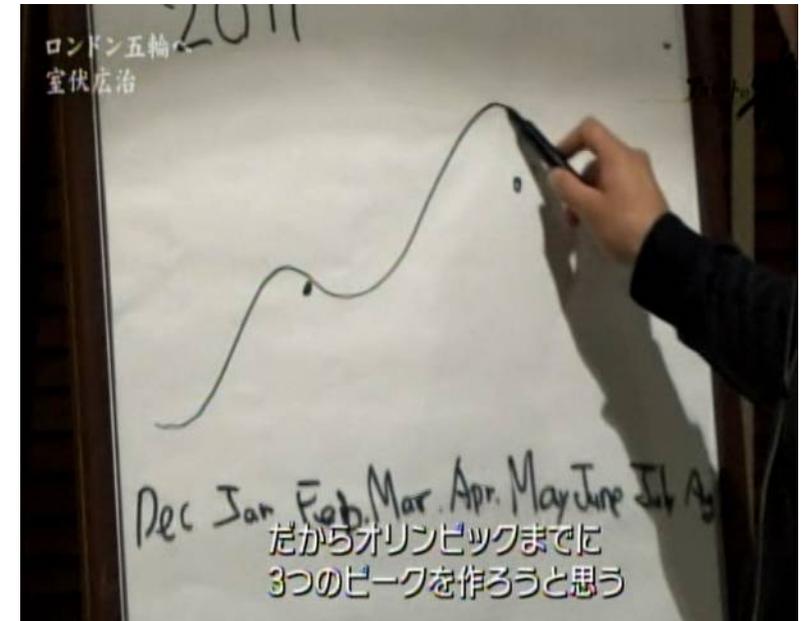
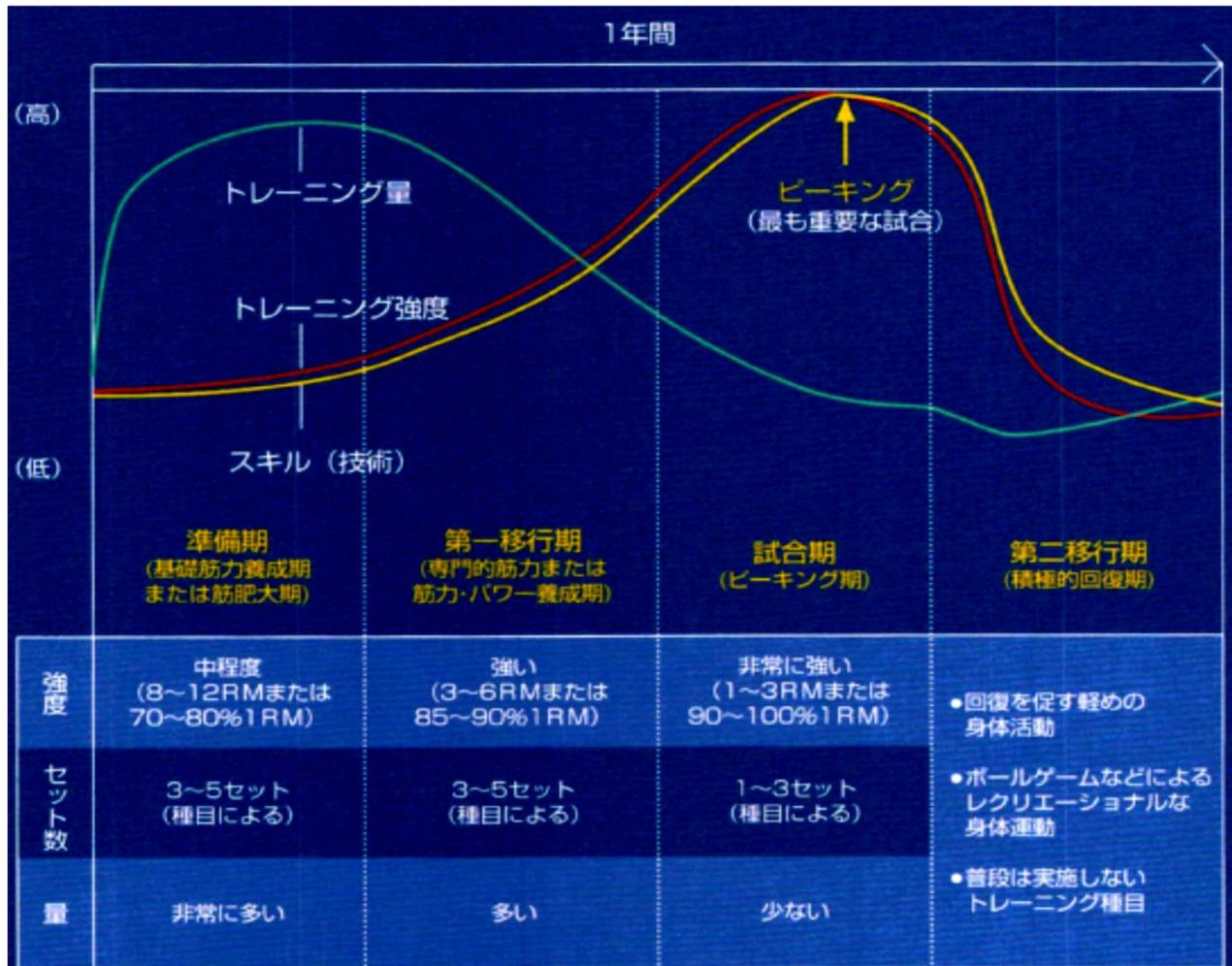
図Ⅲ-3 トレーニング経過したがっての成績の変化、トレーニング強度と効果

筋内酵素や基質（ATPやクレアチンリン酸、グリコーゲン）の変化  
ヤコブレフら（1966年）

# テーパーリングは“質と量”の関連



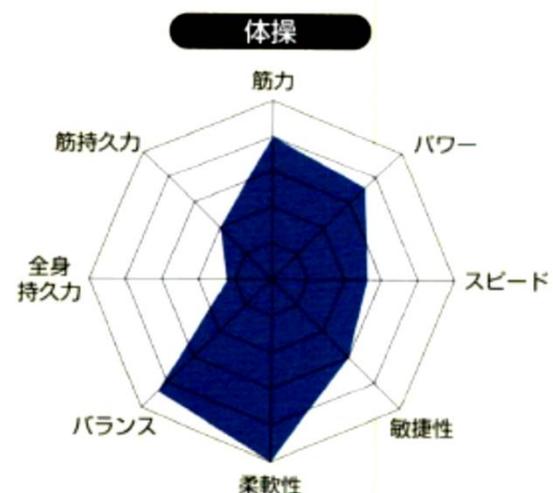
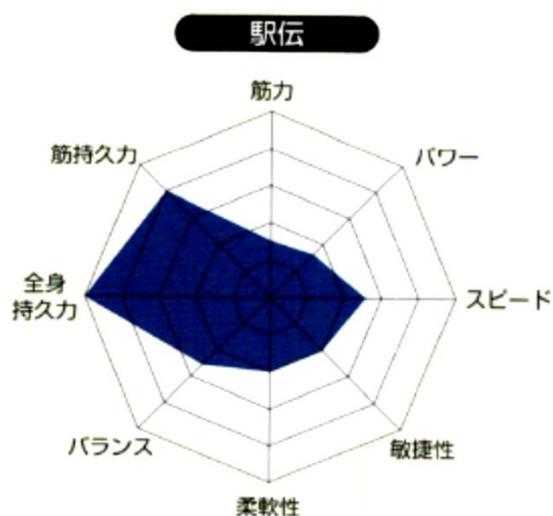
# 年間計画とピリオダイゼーション



室伏選手のロンドン五輪への期分け

# 体力要素

- 行動を起こす能力
- 行動を持続する能力
  - エネルギー供給系： クレアチンリン酸系
  - 解糖系
  - 有酸素系
- 行動を発現する能力と調整する能力
  - 動作の発現
  - コーディネーション



## 種目別体力要素の分布 チャート

しかし重要なポイントは・・・

“◎◎力”を何で計測しているのか  
(種目で求められる内容は異なる)

“100mは持久走!?” (末續慎吾)

重量挙げの筋力と体操の筋力は同じ?

「一般的持久力」と「専門的持久力」

ジャンプ力も2種類の要素  
「垂直跳型」と「起こし回転型」

# 筋力トレーニングの科学

～動作スキルとの結びつき～

# 3 × 3 システムによる動作の発現

		動きをつくり出すシステム		
		Type I	Type II a	Type II d/x
エネルギーをつくり出すシステム	ATP-PCr系	△	○	◎
	解糖系	○	◎	◎
	有酸素系	◎	○	△

定本ら（1987年）の図を山崎が改変

# 速筋系と遅筋系の役割分担

- 主要な張力と運動方向（スキル）決定に關与する速筋系（FG:Type II b）
- 補完的張力を發揮しながら「乳酸シャトル」でミトコンドリア工場をフル稼働する遅筋系（SO:Type I、FOG: Type II a、心筋も？）
- 問題は「**どうやって使うのか**」ということ

# 筋の収縮様式

Iso：等しい

Metoric：長さ

Tonic：張力

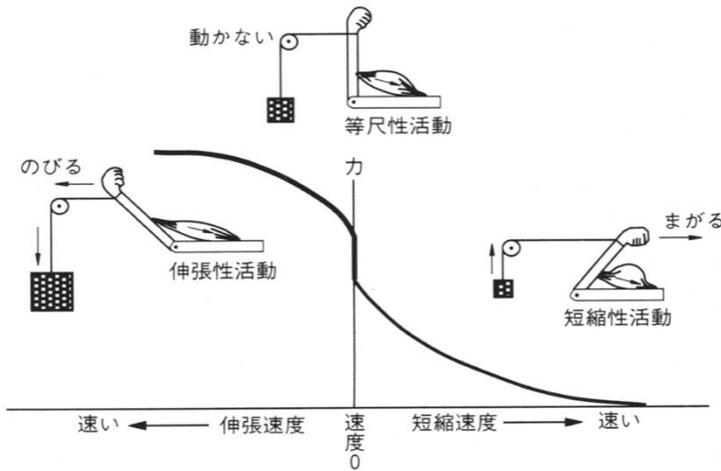
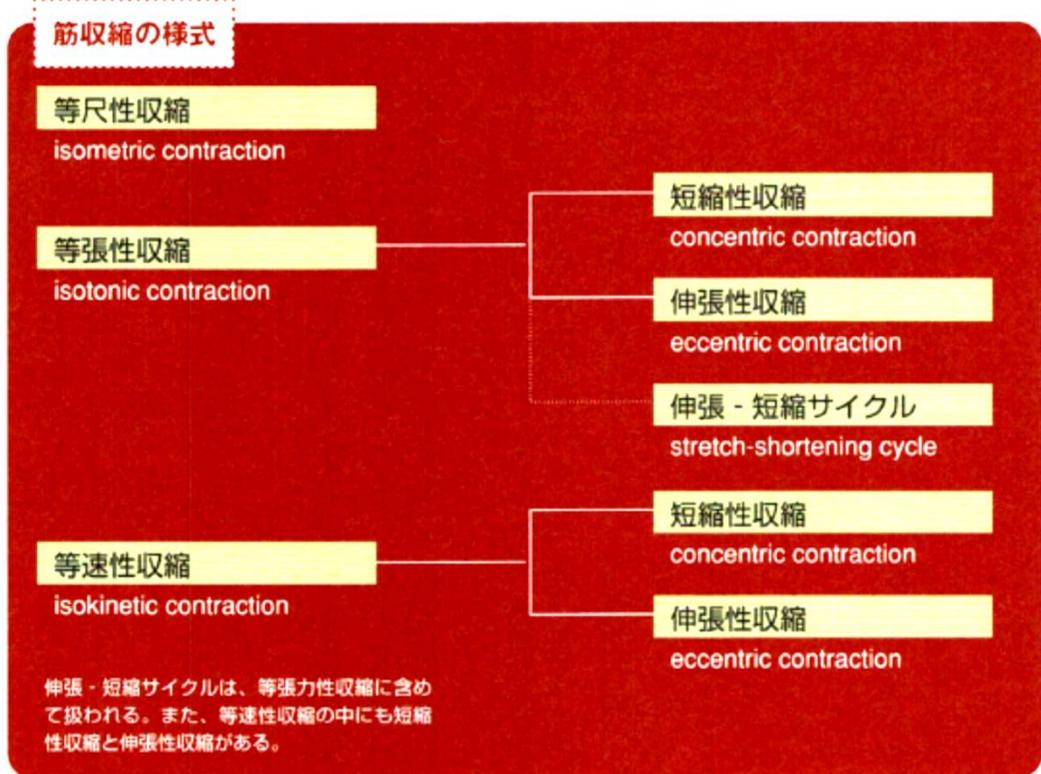
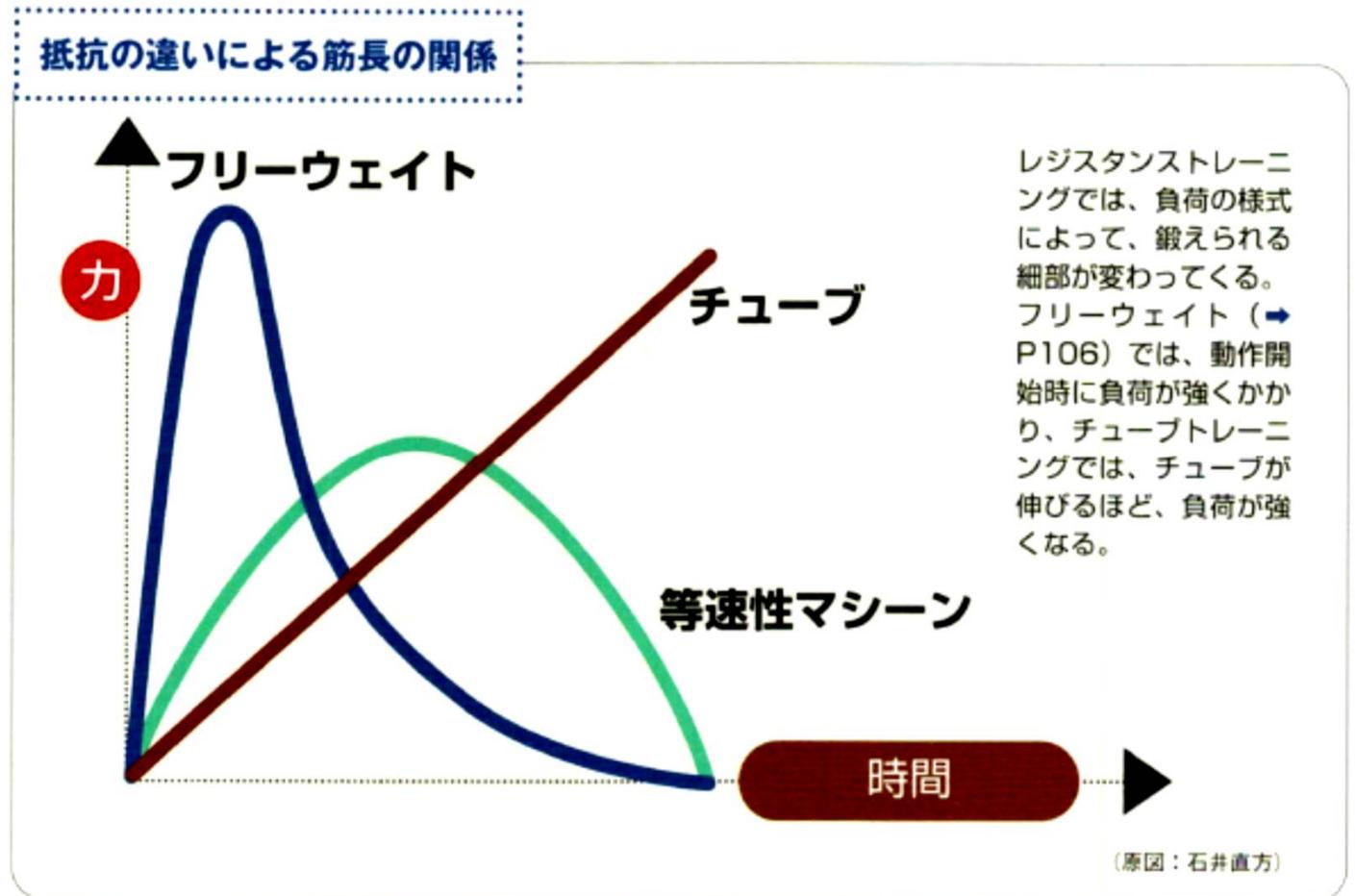


図3-9 筋活動の様式と発揮される力の大きさ（ヒル，1951年）



# レジスタンストレーニング

- 部位と動作による負荷様式を選択
- 認知動作型トレーニング
- 初動負荷理論  
(力を発揮するベクトル方向)



## 筋力トレーニング

パワー

(筋力・瞬発力)

スタミナ

(筋持久力)

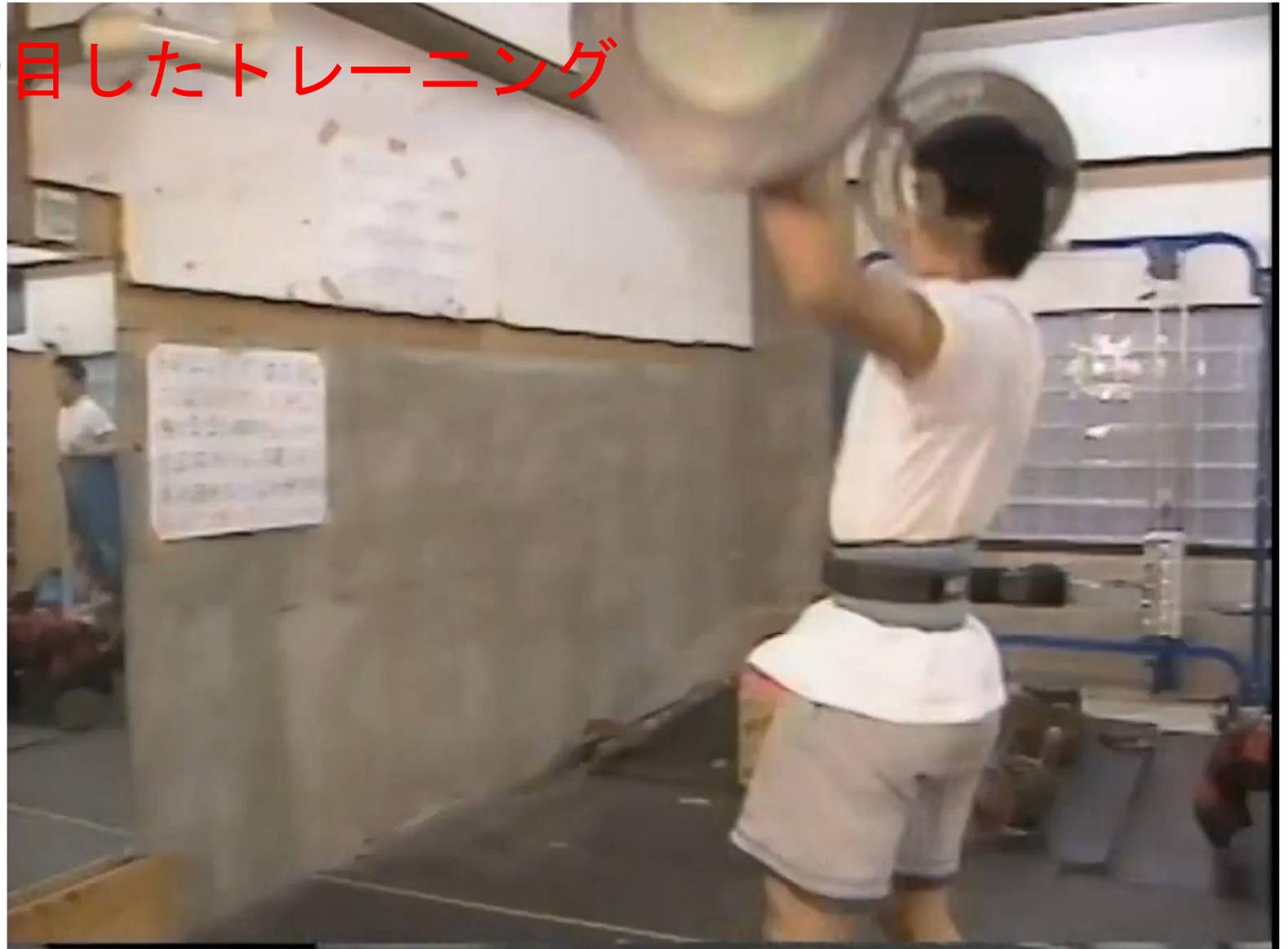
(全身持久力)

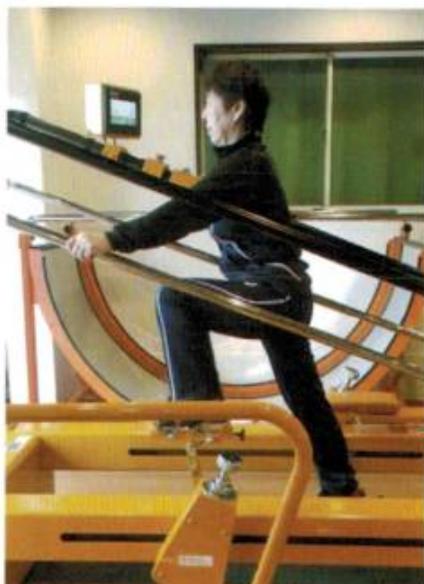
筋長の回復

(ストレッチング)



“動き”に着目したトレーニング





通常の筋トレマシンでは鍛えにくいインナーマッスルを効率的に鍛えることができる

## 認知動作型トレーニングマシン

先進のスポーツ科学やバイオメカニクス(身体運動学)などの科学的研究の成果を生かして考案されたもので「正しい動作や身体の動かし方を学習する」という革新的なコンセプトを持つ次世代型のトレーニングシステムです。

### スプリント トレーニングマシン

世界に類のない「走る動作」が学習できるマシン。ランニング記録の向上や歩行能力が改善される。大腰筋(体幹深部筋)の強化が図られる。姿勢バランスの向上。

### 特徴

- おもりを使わない画期的なトレーニング
- 関節が弱い児童や車椅子の方であってもトレーニング可能
- 力まずにトレーニングできるため、血圧が上昇せず、高齢者でも安心して取り組める
- トップアスリートから低体力者まで、幅広い人々が利用できる

東京大学 小林寛道名誉教授によって開発された トレーニングマシンを一部紹介いたします。



### ストレッチ・ロウイング

日本古来の労働動作の研究から生まれた従来にない発想のマシン。体幹部に「揺れ動作」を生じさせ、脳にリラックス効果を生み出す。体幹部を中心に全身の筋群を刺激する。身体バランスの向上。



### 大腿ストレッチマシン

股関節周辺部の柔軟性を向上させるマシン。股関節のリンパ節を刺激し、リンパの流れを促進させる。内転筋などのストレッチの強化。全身の柔軟性が向上。



### 車軸移動式パワーバイク

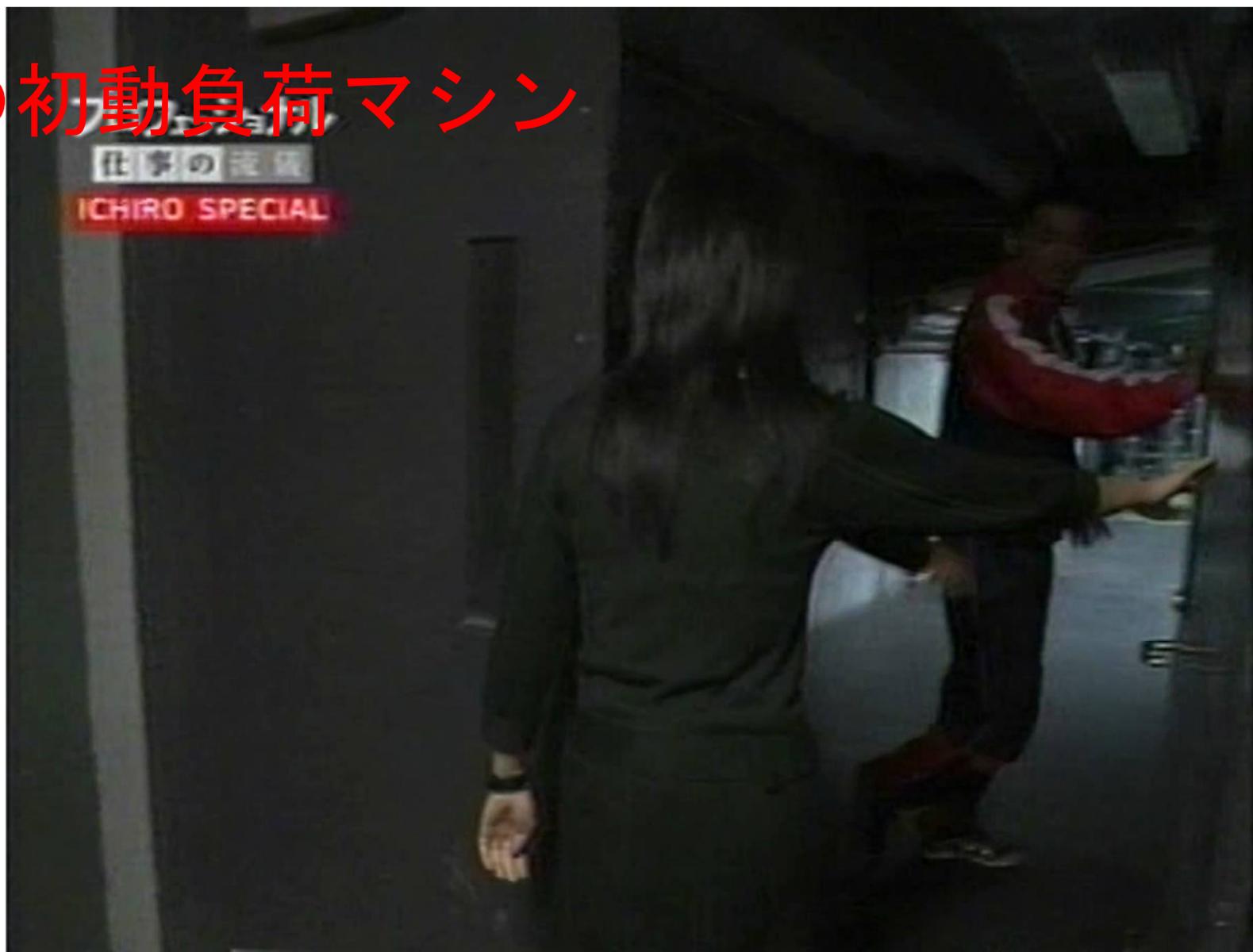
左右の軸の乗り換え動作によって、重心の効果的な移動を学習するマシン。全身のパワーを高め、走り方、歩き方が改善される。膝腰肩同側動作の神経支配を学習する。大腰筋、内転筋の強化。



### アニマルウォークマシン

肩甲骨と骨盤の連携動作を学習するマシン。脊柱を軸に腕と脚が連動する力強い動き。脊柱の柔軟な動きと同側神経支配を生かしたパワー発揮動作能力が高まる。体の深い部分での腹式呼吸が身につく。

# イチローの初動負荷マシン



# 室伏の認知動作型トレーニング



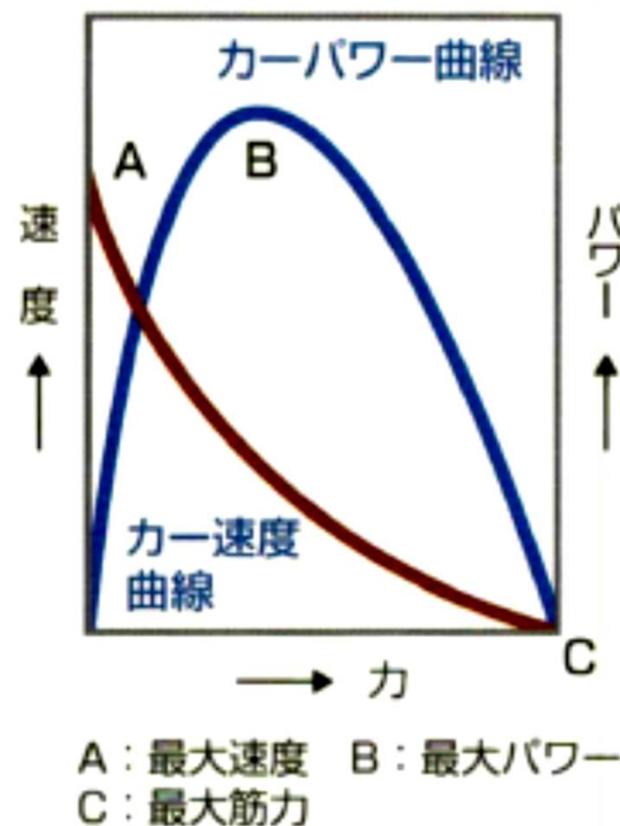
# 室伏選手のトレーニング



# 最大筋力（MVC）と最大反復回数（RM）

- ただし動作に関与する筋は複数  
解剖学的収縮方向（MPD）  
運動学的方向（PD）
- 最大筋パワー  
最大筋力の1/3負荷  
競技によっても異なる  
Ex.投擲物の重量と作用時間  
（投手・やり投・砲丸投）

【図1】 力・速度・パワーの関係



# 負荷 × 速度 × 収縮様式

表8-3 ジャンプ力向上のためのトレーニング方法と能力因子に対する効果（クラマーとニュートン，1994，一部改変）

	重い負荷での ウェイト・トレー ニング	軽い負荷での パワー・トレー ニング	プライオメト リック・トレー ニング	重量挙げトレー ニング	等速性または油 圧、水圧負荷で のトレーニング
最大筋力	非常に良い	普通	少ない	良い	良い
発揮する力の最大増加率	すばやく行うと 良い	非常に良い	良い	良い	普通
伸張反射を利用する能力	少ない	良い	非常に良い	少ない	無い
速い短縮速度での筋力発揮能力	少ない	非常に良い	少ない	良い	良い
跳躍動作・スキル	少ない	良い	非常に良い	良い	少ない
トレーニング・スケジュール	準備期 競技会期前 競技会期	競技会期前 競技会期	競技会期直前 競技会期	競技会期前 競技会期	準備期 リハビリテー ション初期

# 負荷設定

目的  
負荷強度  
反復回数  
セット数  
インターバル  
週頻度

## ●トレーニングの目的と負荷設定の目安

トレーニングの目的	負荷強度	反復回数	セット数	インターバル	週頻度
最大筋力の増加 (高強度+低回数+長インターバル方式)	90~100% 1 RM (≒1~3RM)	1~3回 (左記の強度で限界回数)	3~5セット (大筋群は多め) *大筋群は、筋肉が大きく疲労しにくいため、1回のトレーニング量(セット数)を多めにする。たとえば、熟練者が大腿四頭筋のトレーニングを行なう際は、スクワットを5~6セット行なった後、レッグエクステンションを2~3セット行なうといったように、2~3種目で合計10セット前後実施するのが一般的。	3分以上 *前のセットの疲労(集中力)が十分に回復するまでインターバルをとる。	大筋群は少なめ・週1~2日 スクワット、デッドリフト、ベンチプレスなどでは、筋肉が大きく、超回復(→P76)に時間がかかるため、頻度は少なくする。
筋肥大と筋力増加の両方 (中強度+中回数+短インターバル方式)	75~85% 1 RM (≒6~12RM)	6~12回 (左記の強度で限界回数)		1分以内 *前のセットの疲労が完全に回復する前に次のセットに移行する。	
筋持久力の増加 (低強度+高回数)	30~60% 1 RM (≒20~50RM)	20~50回 (左記の強度で限界回数) *スポーツ選手の場合は、実際の競技(試合)形式に合わせて、反復回数(時間)を設定してもよい。	2~3セットまたは、 任意のセット数 *スポーツ選手の場合は、実際の競技(試合)形式に合わせて、セット数を設定してもよい。	1~2分 または競技に合わせて *スポーツ選手の場合は、実際の競技(試合)形式に合わせて、インターバル時間を設定してもよい。	小筋群は多め・週2~3日 バーベルカール、トライセップスエクステンション、リストカールなどでは、筋肉が小さく超回復も早いので、頻度は多めにする。
筋パワー、スピード筋力の増加 (低強度+高速度)	30~60% 1 RM (≒20~50RM)	任意の回数 (最大速度で) *スポーツ選手の場合は、実際の競技(試合)形式に合わせて、反復回数(時間)を設定してもよい。		3分程度 *スポーツ選手の場合は、実際の競技(試合)形式に合わせて、インターバル時間を設定してもよい。	

# Repetition Maximumと反復回数



大塚製薬提供VTRより

スポーツ動作では最大筋力は発揮しない



# 短時間高強度トレーニング (HIT)

- 20秒間の全力運動  
+10秒間の休息  
連続3セット×週3回  
(つまり週3分！)

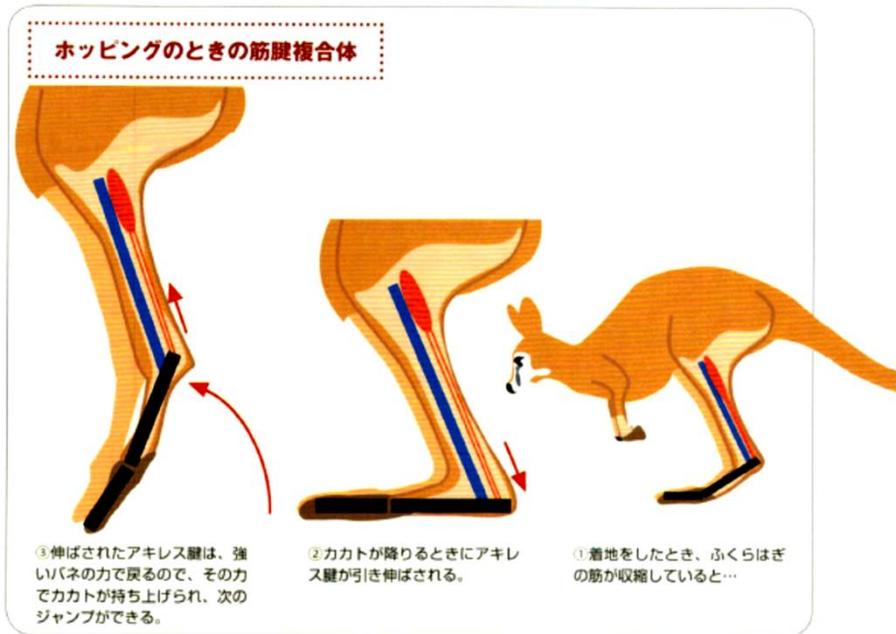
ただしこの自転車型ハイパワーエルゴメーターは高価 (50万円) ・ ・ 通常のエアロバイクと異なる点  
かわりになる運動は . . .



# 全力で運動を20秒間継続すると

- 糖代謝にかかわる筋グリコーゲンの利用（枯渇）促進  
糖代謝の改善（インシュリン非依存性）  
グリコーゲンを分解する酵素（速筋系に多いMCT4）
- 数週間で糖代謝パターンが変わる？
- 日本では「タバタ方式」（立命館大学、田畑泉先生）  
筋トレ20秒+休憩10秒で8セット：3分50秒  
（へ口へ口になりますがスポーツ動作との関連は??）

# 筋腱複合体の利用



接地時間短い／伸張反射利用

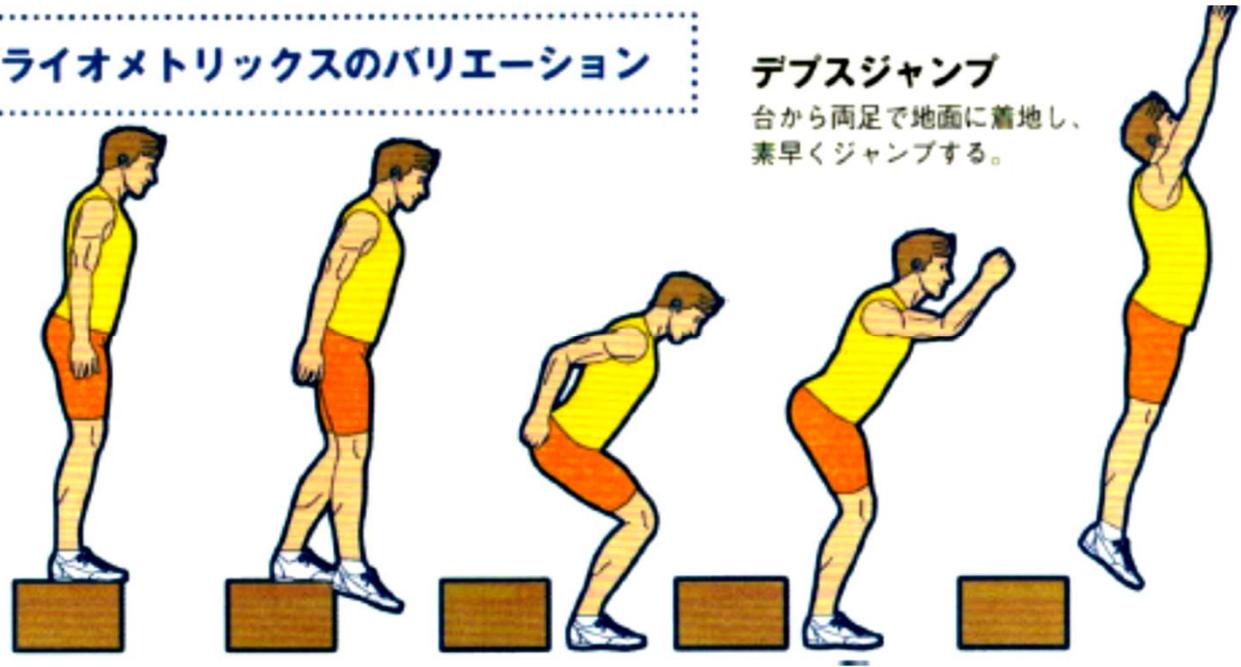


筋収縮のタイミングの制御が“バネ”を生み出す

# プライオメトリクストレーニング



## プライオメトリクスのバリエーション



# 筋力トレーニングの実践例

- ベンチ・プレス
- ショルダープレス
- フロント&サイド・レイズ
- デッド・リフト
- ベントオーバーローイング
- スクワット
- レッグカール
- レッグランジ

## 基本動作



スタンスを肩幅より少し広めに開き、バーの中央に身体を置いた状態で、バーベルを肩に担いで立つ。



殿部を後方に引くようにゆっくりと膝を曲げ、膝関節が90度くらいになるまで曲げる。



足裏全体で押し上げるようにして膝を伸ばし、開始時の姿勢に戻す。この動作を繰り返す。

## 基本動作

### 横へのランジ

立った姿勢から、片方の足を大きく横へ踏み出す。



### 前へのランジ

立った姿勢から、片方の足を大きく前へ踏み出し、膝が90度になることを目安に曲げる。

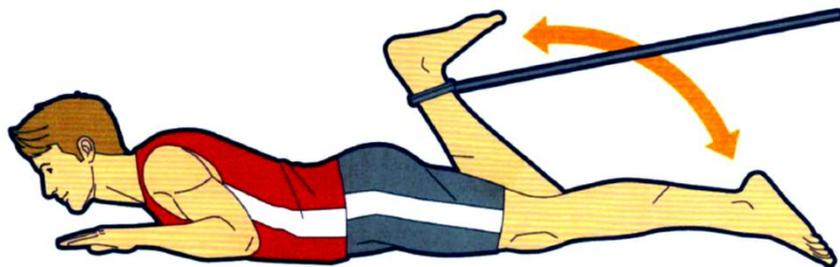


## 応用トレーニング

マシンがない場合は、チューブで代用できる。方法としては、

- ① 足首にチューブを巻き、もう一方の端をパートナーに持ってもらうか、柱などに結ぶ。
- ② うつ伏せの姿勢になり、マシンと同じ要領でかかとをお尻に引きつける。

この方法は、負荷はあまり強くなくても、ゆっくりと行なうことで筋肉を強化することができる。



### フロント・レイズ

- ① 足を肩幅に開き、直立姿勢をとり、手のひらを内側に向けてダンベルを持ち、腕は前に、手は太腿の前に置く。
- ② ポジションの位置から、前にゆっくりと肩の高さまで上げ、ゆっくりとスタートの位置まで戻し、これを繰り返す。



#### 注意

- ダンベルの重量は軽めの重量からはじめる。
- 勢いや弾みで行なわない。

### サイド・レイズ

- ① 足を肩幅に開いて直立姿勢をとり、手のひらを内側に向けてダンベルを持ち、腕は肩の横に位置する。
- ② ポジションの位置から、真横にゆっくりと肩の高さまで上げ、ゆっくりとスタートの位置まで戻し、これを繰り返す。



#### 注意

- ダンベルの重量は軽めの重量からはじめる。
- 勢いや弾みで行なわない。

## 基本動作



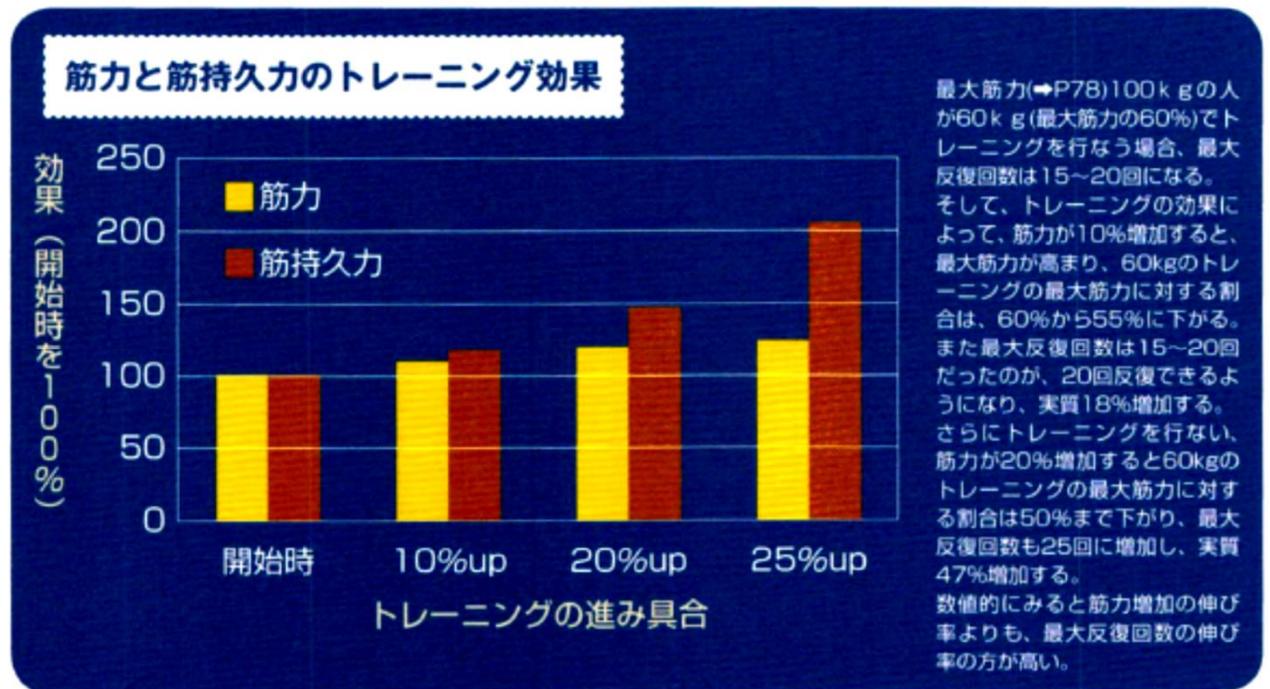
肩幅程度のスタンスで、シャフトが足の甲の真上にくるように立ち、グリップ幅を肩幅よりやや広く握る。正面を向いて胸を張り、背筋群を緊張させてアーチを作り、臀部を後方に突き出すように構える。

背中が曲がらないように注意し、アーチを崩さないように、股関節と膝関節を伸展させながらバーベルを引き上げ、しっかりと両腕を伸ばして直立する。

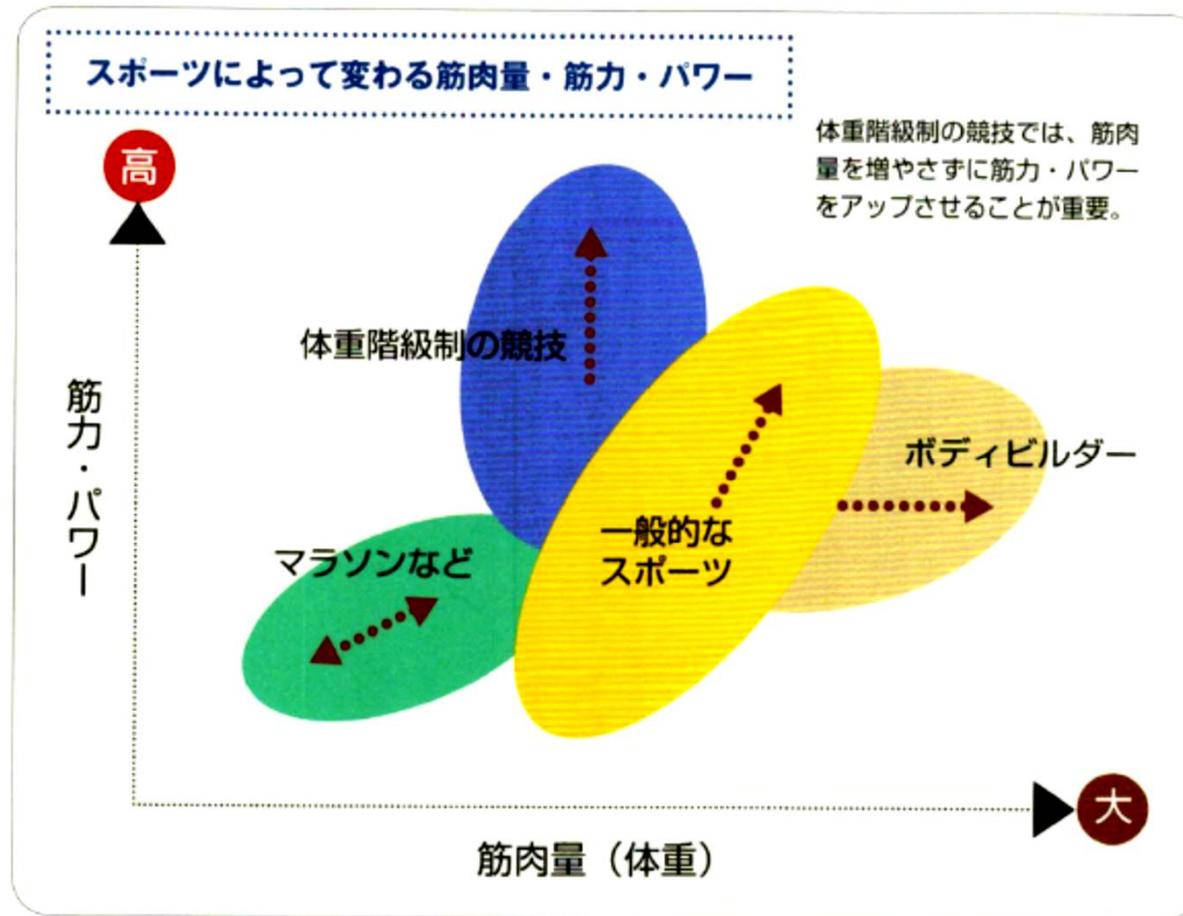
バーベルを下ろす際も、背中が曲がらないようにしっかりとコントロールし、胸を張ったまま下ろす。これを繰り返す。

# 筋持久力

- 速筋系と遅筋系の役割分担（3×3システム）  
スキルを支える速筋系と張力発揮の遅筋系
- 筋持久力の向上と毛細血管の発達



# 体重当たりの筋力・筋持久力



# Repetition Maximumと反復回数



大塚製薬提供VTRより

スポーツ動作では最大筋力は発揮しない



# トレーニング効果の特異性

- 筋収縮様式  
短縮性／伸張性
- 関節角度  
クリティカル  
ゾーン
- 筋収縮速度  
インピーダンス  
マッチング

## 「トレーニング効果の特異性」をもたらす要素

### 筋収縮様式

トレーニングによる筋力増加は、トレーニングした筋収縮様式において最も顕著に現れる。これは、各々の筋収縮様式によって運動単位の動員パターン（神経適応）が異なることが原因とされている。特定のスポーツ動作で発揮される筋力やパワーを高めるためには、その動作にできるだけ類似した筋収縮様式で筋をトレーニングすることが重要といえる。

### 関節角度

トレーニングによる筋力増加は、トレーニングした関節角度において最も顕著に現れる。これは、その関節角度で運動単位の動員が高まることなど、神経適応に因るとされている。よって、特定のスポーツ動作で発揮される筋力やパワーを高めるためには、その動作にできるだけ類似した関節角度（動作姿勢、関節可動域）で、筋をトレーニングすることが重要になる。

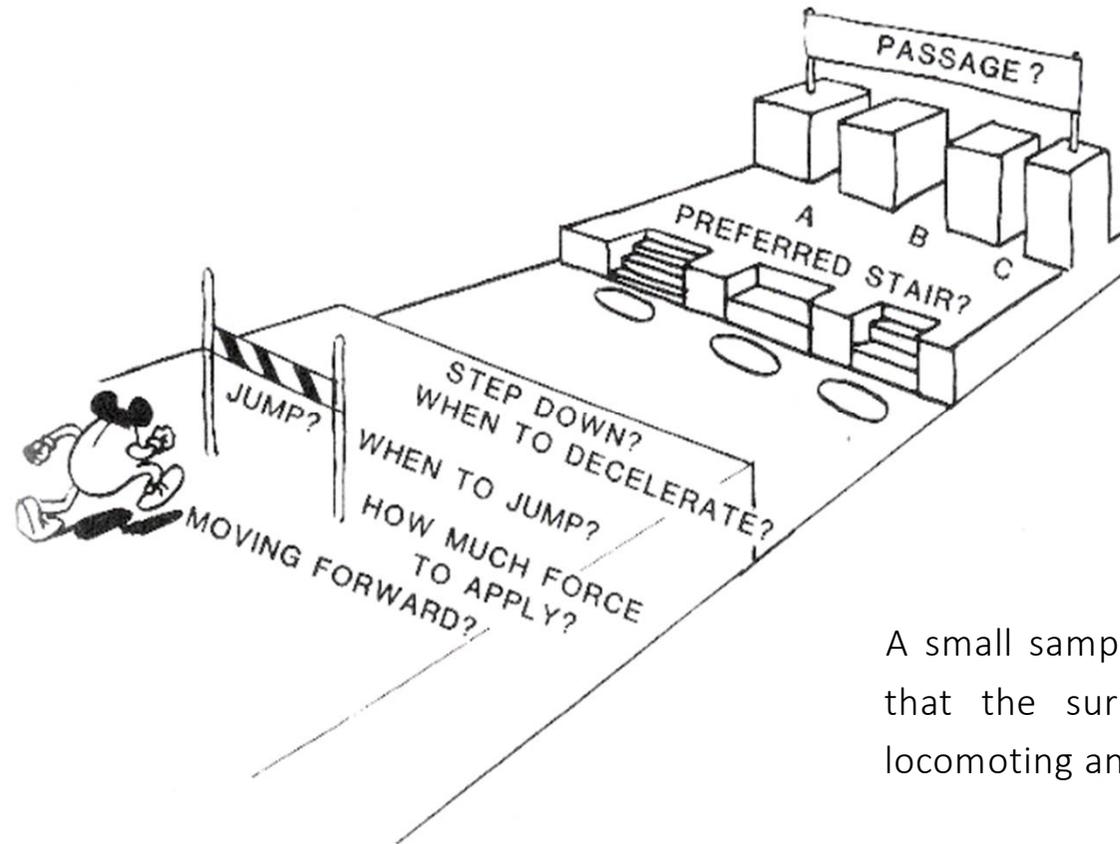
### 動作スピード

トレーニングによる筋力増加は、トレーニングした筋収縮速度（動作スピード）において、最も顕著に現れる。これは、その動作スピードにおいてある特定の運動単位が選択的に動員されることなど、神経適応に因るものとされている。よって、特定のスポーツ動作で発揮される筋力やパワーを高めるためには、その動作にできるだけ類似した動作スピードを設定して筋をトレーニングすることが重要である。

# 全身持久力のトレーニング

競技別の全身持久力は何が決めるのか？

この課題を20回繰り返した総合タイムの判定では？



A small sample of the meaningful problems that the surrounding layout poses for a locomoting animal. (Turvey & Kugler: 1984)

# 3 × 3 システムによる動作の発現

動きをつくり出すシステム

		Type I	Type II a	Type II d/x
エネルギーをつくり出すシステム	ATP-PCr系	△	○	◎
	解糖系	○	◎	◎
	有酸素系	◎	○	△

定本ら（1987年）の図を山崎が改変

# パフォーマンスのマトリクスモデル

$$Y = \left\{ \begin{array}{l} \left[ \begin{array}{c} \text{PCr0} \\ \text{PCr1} \\ \text{PCr2} \\ \vdots \\ \text{PCrN} \end{array} \right] \left[ \begin{array}{c} \text{Gly0} \\ \text{Gly1} \\ \text{Gly2} \\ \vdots \\ \text{GlyN} \end{array} \right] \left[ \begin{array}{c} \text{Mtc0} \\ \text{Mtc1} \\ \text{Mtc2} \\ \vdots \\ \text{MtcN} \end{array} \right] \end{array} \right\} \left[ \begin{array}{c} \text{Sm } \alpha \\ \text{Sm } \beta \\ \text{Sm } \gamma \\ \vdots \\ \text{Sm } \omega \end{array} \right]$$

PCr：クレアチンリン酸系， Gly：解糖系， Mtc：有酸素系のエネルギー供給システムとそのレベル（モード）

Sm：スキルモード（ダイナミックステレオタイプ）

- 前半，中間，後半ではエネルギー供給モードが異なる
- 同一のスキルモードに依存しては“破綻する”
- コーディネーションの“生起”の必然性が説明できる？

# 最大酸素摂取量 (ml/min/kg)

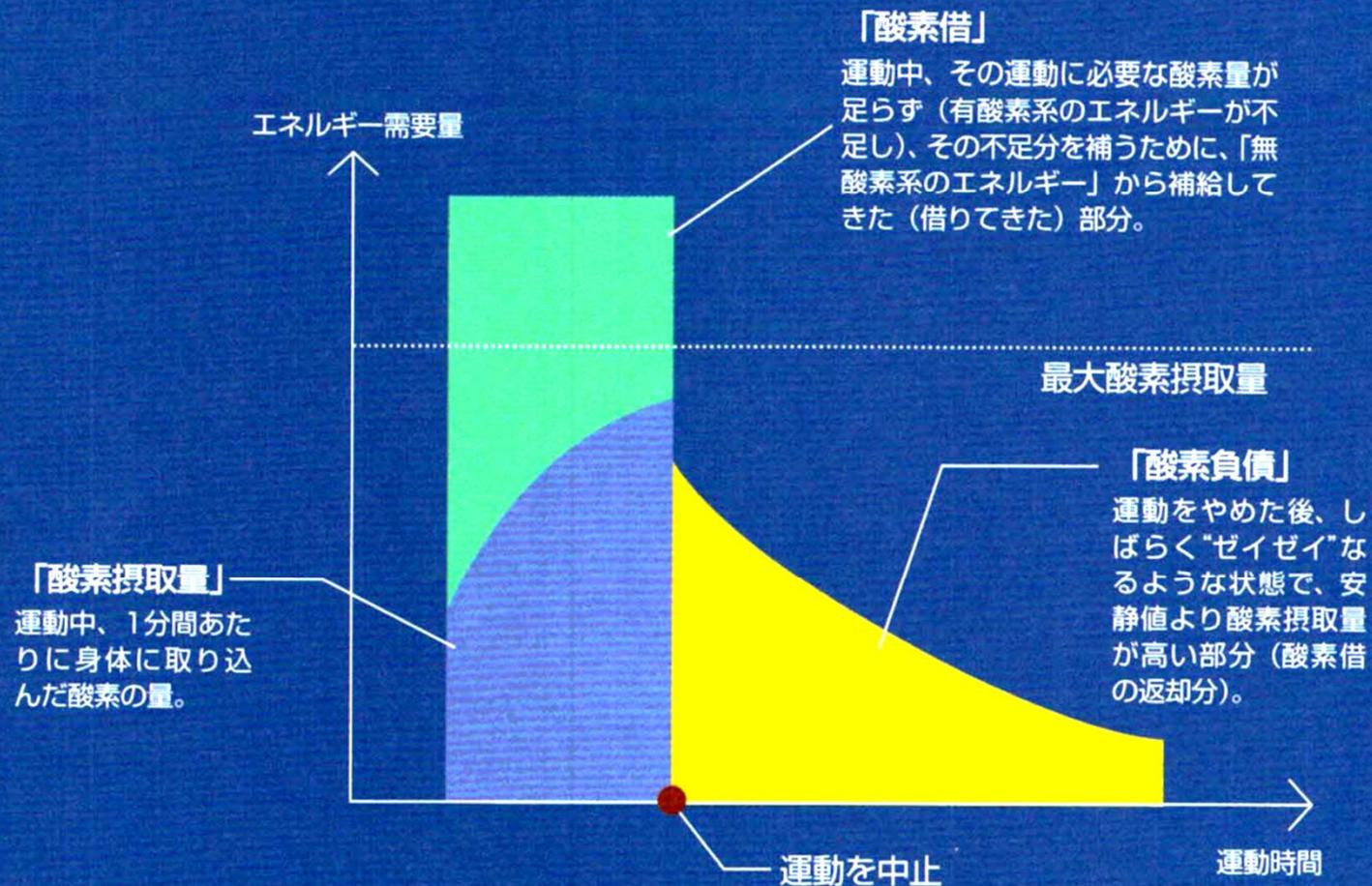
「1000m~2000mを、全力で走るような運動」を行なったとき、酸素摂取量は最大になる。



## ●最大酸素摂取量と運動強度

最大酸素摂取量に対する比率	運動の呼び方	運動の目標
200%	無酸素的な運動 (超最大運動)	
100%	(無酸素的な運動)	
80%	有酸素運動 (OBLA)	●持久力アップ
60%	有酸素運動 (AT、LT)	●健康維持
40%	有酸素運動	●アクティブレスト
20%	楽な運動	
0%		

## 超最大運動時の「酸素摂取量・酸素借・酸素負債」



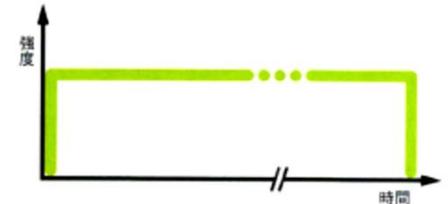
# 持久力トレーニングのタイプ

- ディスタンストレーニング  
VO<sub>2</sub>Max. の65～70%：1時間以上
- エアロビック・インターバルトレーニング  
VO<sub>2</sub>Max.の70～80%：4mM以下、5～15分
- ペーストレーニング  
VO<sub>2</sub>Max.の80～90%：8～15mM、3～10分
- アネロビック・インターバルトレーニング  
VO<sub>2</sub>Max.の95～120%：15～20mM、30秒～4分間

## 負荷パターンによるトレーニングの分類（模式図）

### 持続トレーニング

比較的低い強度でのトレーニングに多く用いられる。一定の強度を維持するのが基本的なやり方。段階的に負荷を上げたり、適度に負荷を上下させたりするバリエーションもある。



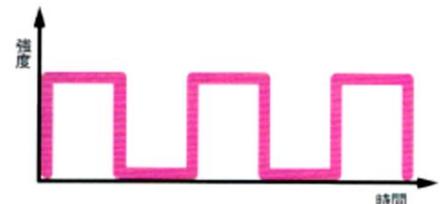
### インターバル・トレーニング

OBLA(→P145)以上の比較的高い強度のトレーニングを行なう場合に広く用いられている方法。強度の高い運動を軽い運動や短い休息を繰り返して繰り返す。スプリント・インターバルのように20～30秒程度の非常に高強度な運動を行なうものから5～10分程度の比較的長い運動を行なうものまで目的に合わせてさまざまな設定ができる。



### レペティション・トレーニング

ほぼ全力で行なう非常に強度の高いトレーニング。インターバル・トレーニングと異なり、ある程度しっかり回復させるため長めの休憩を必要とする。インターバル・トレーニング同様に強度・時間・回数は目的に合わせてさまざまに設定できる。



# 最大酸素摂取量 (ml/min/kg)

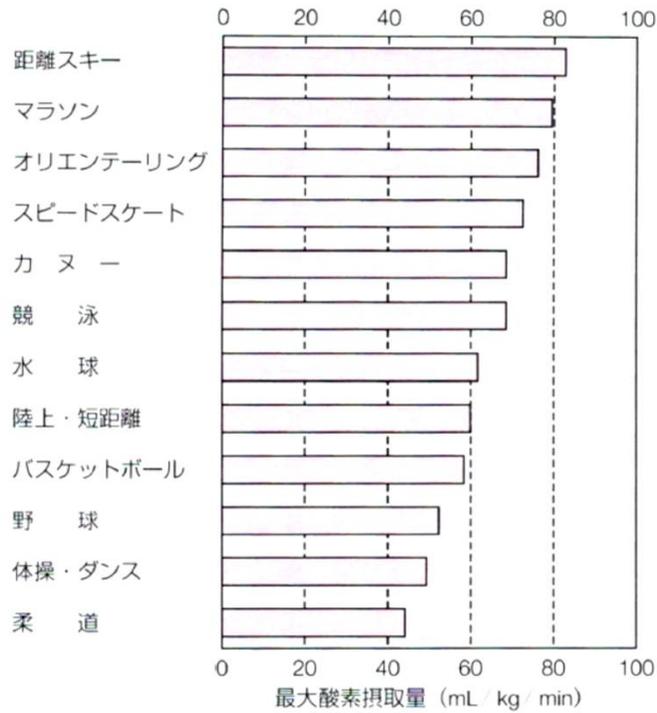


図 6.10 一流スポーツ選手の最大酸素摂取量 (山地, 2001 を改変)  
最大酸素摂取量は、持久能力を必要とされる種目の選手ほど高い。

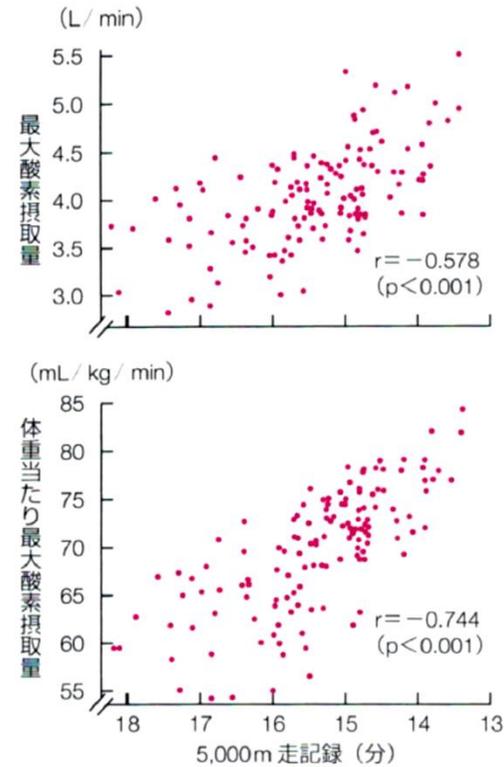


図 6.9 5,000m 走の記録と最大酸素摂取量の関係 (豊岡, 1977)  
高い最大酸素摂取量を持つ者ほど、優れた記録で 5,000m を走ることができる。

# 健康づくりのガイドラインにも

表 12.1 健康づくりのための運動時間 (池上, 1984)

運動強度	運動時間
50% $\dot{V}O_2\max$	30~40 分
60% $\dot{V}O_2\max$	20~30 分
70% $\dot{V}O_2\max$	10~20 分

表 12.2 健康づくりのための運動量と目標心拍数 (進藤と橋本, 1989 を改変)

	年 齢				
	20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代
1 週間の総運動時間 (分)	180	170	160	150	110
目標心拍数 (回/分)	135	130	125	120	115

総運動時間は、50%  $\dot{V}O_2\max$  の運動を行った場合、望ましい最大酸素摂取量を維持できる数値である。また、目標心拍数は、安静時心拍数が 70 回/分の人が、50%  $\dot{V}O_2\max$  の運動を行ったときの値である。

# 運動強度の簡易指標「%HRR」

(カルボーネン法)

- 安静時心拍数（朝、布団の中ではかる）
- 推定最高心拍数（40歳であれば約180拍/分）  
① 220-（年齢）      ② 207-（年齢×0.67）      : ACSM
- 安静時との差が「キャパシティ」になる
- 運動時の心拍数で強度を推定する
- 例：40歳で安静時心拍数が60拍/分であれば、  
60%強度は、  
安静時+（180-60）×60% = 132拍/分

# 有酸素運動と運動強度の推定

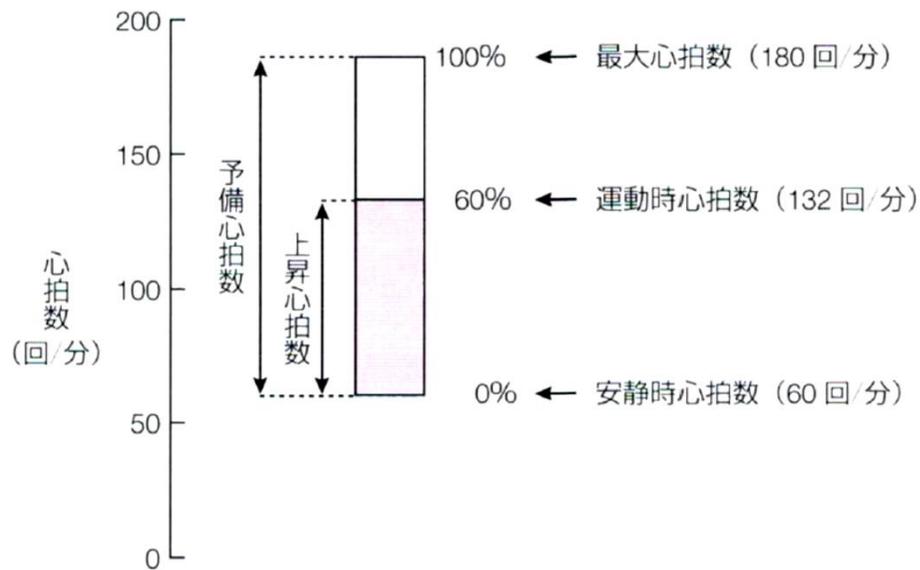


図 12.6 予備心拍数と上昇心拍数

# 乳酸製作業閾値 (AT)

- 呼吸性換気閾値 (VT)
- 解糖系の活動亢進  
血中乳酸濃度の上昇
- LT(2.3 $\text{mmol/l}$ )とOBLA(4 $\text{mmol/l}$ )  
運動強度の臨界点
- OBLAの際の走行スピードで  
パフォーマンスを推定

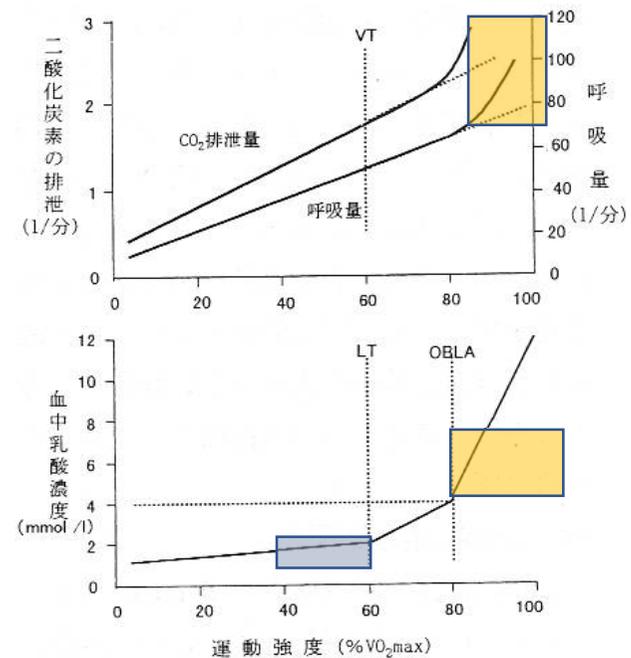
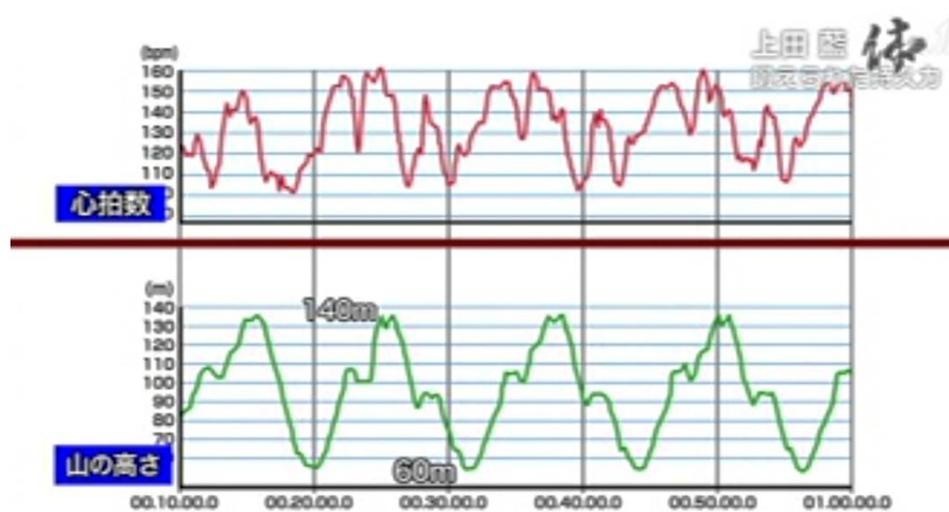
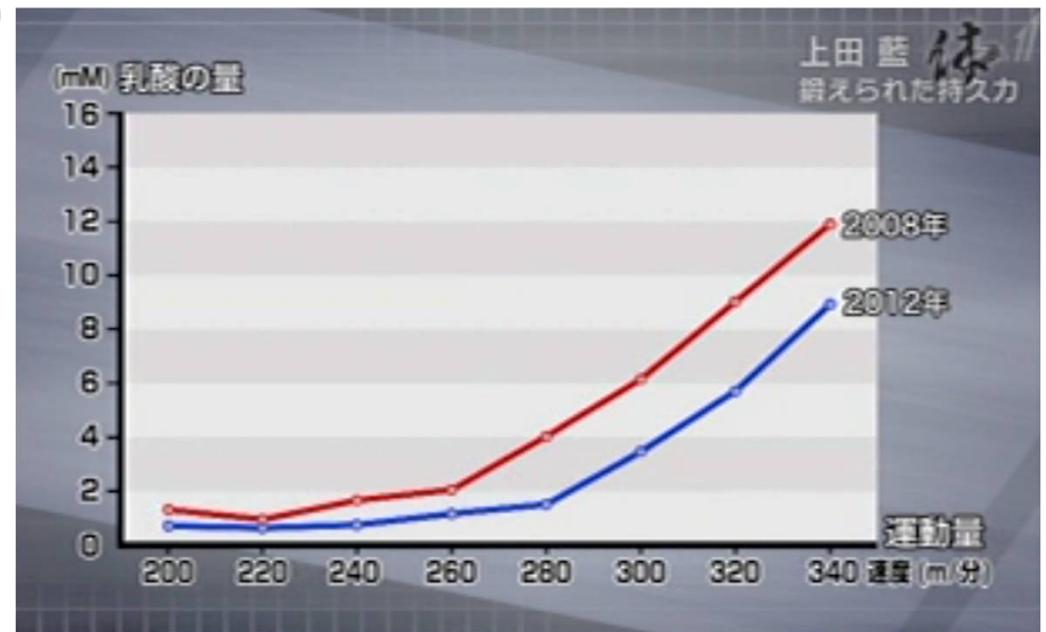


図9-I-12 漸増運動負荷法テストにおける呼吸ガスおよび血中乳酸濃度の変化

# トリアスロン・上田藍選手



負荷－心拍応答特性



ランニング速度と血中乳酸濃度（乳酸性作業閾値）

4mmol速度で24m/分改善  
時速16.8Km ⇒ 18.2Km

上田 隆 体  
鍛えられた持久力



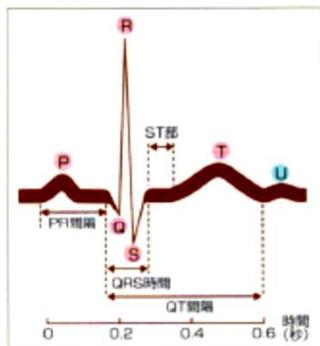
# 運動負荷試験

安静時心電図ではわからないトラブル

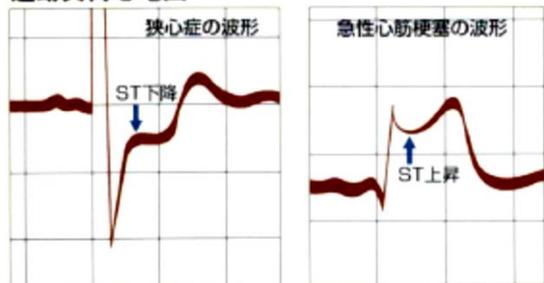
- ・ 狭心症
- ・ 心筋梗塞
- ・ 心房細動

## 運動負荷による心電図の変化

### 心電図の基本波形

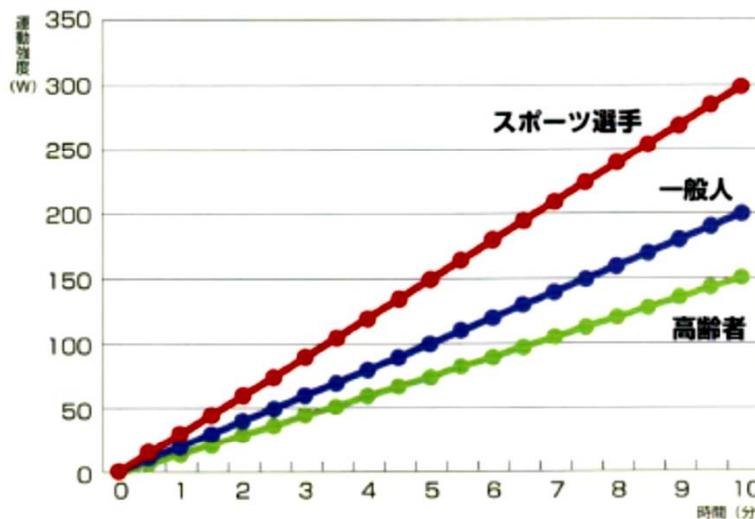


### 運動負荷心電図



一番注目されるのは、波形のうちST部分の変化であり、狭心症発作が起こるとST部分に変化が見られる。

## 自転車エルゴメーターを用いた運動負荷試験



自転車エルゴメーターを用いた運動負荷試験では、徐々に強度を上げていくが、対象者の年齢や体力水準により強度の上げ方が異なる。



## ●トレッドミル運動負荷試験のプロトコル (Bruce法)

トレッドミルで一般的なBruce法では、3分毎に速度と傾斜を上げていく (3分間は一定の条件で行なう)。

ステージ (各3分)	速度 (mile/h)	速度 (km/h)	傾斜 (%)	予測METs
1	1.7	2.7	10	4.8
2	2.5	4	12	6.8
3	3.4	5.5	14	9.6
4	4.2	6.9	16	13.2
5	5	8	18	16.6
6	5.5	8.8	20	20
7	6	9.6	22	

## ●トレッドミルの傾斜と酸素需要量(体重当たり)

速度(時速)	傾斜なし	傾斜 2%	傾斜 5%	1km〇分
6km/h	23.5	25.3	29.8	10分
8km/h	30.2	32.6	38.6	7分30秒
10km/h	36.8	39.8	47.3	6分
12km/h	43.5	47.1	56.1	5分
15km/h	53.5	58.0	69.3	4分
18km/h	63.5	68.9	82.4	3分20秒

単位は、ml/kg/min

### カロリー計算の方法

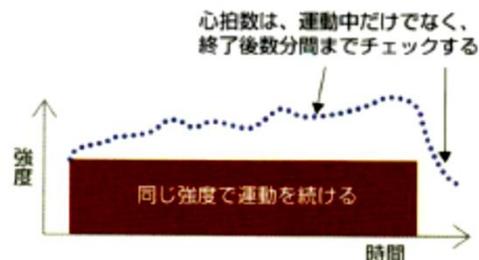
- 1) 上の表の値に体重をかけて「時間当たり酸素需要量」を求める。
- 2) 「時間当たり酸素需要量」に時間をかけ、0.005をかけるとカロリー量になる。

**計算例** 体重 60kg、8km/h、傾斜2%、30分走った場合  
 カロリー消費 =  $32.6 \times 60 \times 30 \times 0.005 = 293$ カロリー

### 自転車エルゴメーターのトレーニング法

#### 一定負荷型

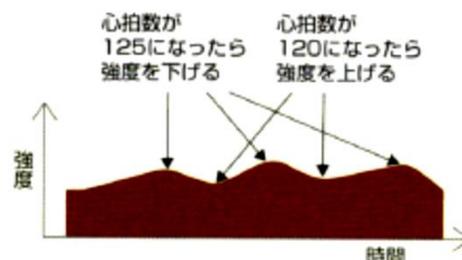
健康維持のための運動



余裕を残しているため、心拍数が大きく上がることはない。心拍数を計測しながら一定のペースを維持していく。

#### 目標心拍型

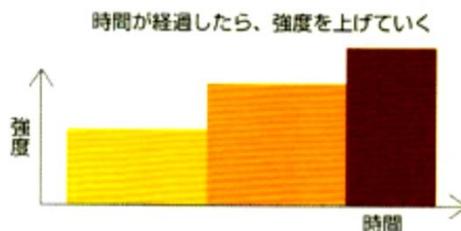
心拍数で強度設定を行なう運動



目標とする心拍数の上限下限を設定し、上限に達したら強度を下げ、下限に達したら強度を上げて、効率的に有酸素運動を行なう。

#### ビルドアップ型

持久力アップを目指す運動

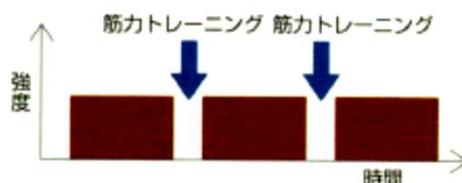


一定時間ごとに、体調に合わせて強度を上げていく。



#### 間欠型

有酸素運動と無酸素運動を組み合わせる運動効果を高める



有酸素運動と筋力トレーニングなどの無酸素運動を交互に行なうことによって、トータルとして高い運動効果が得られるといわれている。

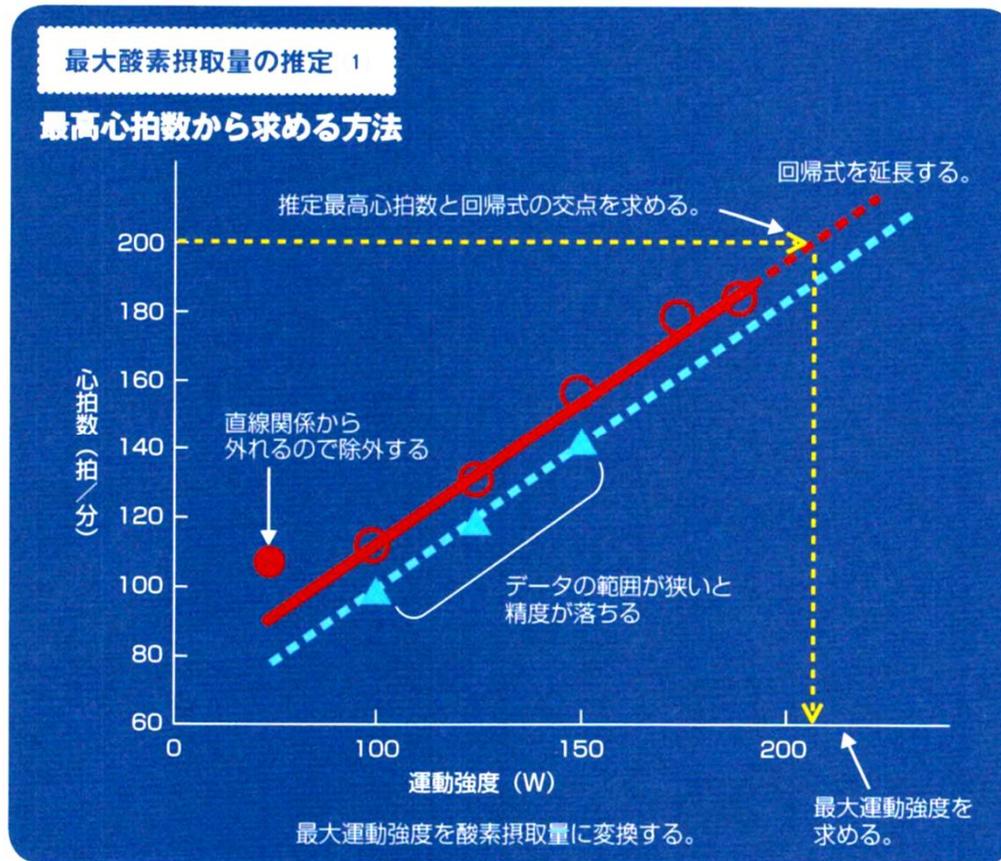
# 負荷-心拍応答と持続的能力の推定

- 最大酸素摂取量の推定  
自転車エルゴメーターやランニング等でのステップ  
負荷（プロトコール）  
⇒ 呼気ガス「直接法」で測定（推定）する
- 自転車型エルゴメーター  
負荷－心拍応答の回帰式  
人体の自転車運動の効率を23%程度で推定  
1Watt で12.47ml として Physical Work Capacity の  
体重あたりの最大値を計算する

## Physical Work Capacity (PWC) 170

- 1分60回転で、三段階のステップ負荷
- 負荷 - 心拍の一次回帰式から「推定」する心拍数170拍／分時の仕事量 (Watts)
- 直線性のある区間内での推定で、子どもや高齢者にはPWC150も用いる
- 確かに優れた方法ではあるが・・・PWCmax (実測値での最大心拍数が必要)
  - 「競技中」は「最高心拍数」で遂行しているので**実際の最高心拍数での作業量の推定が必要**

# 推定最大酸素摂取量（間接法）



負荷－心拍応答の回帰式

◆ 人体の自転車運動の効率を23%程度で推定

◆ 1Watt ≒ 12.47ml として

Physical Work Capacity の体重あたりの最大値を計算する

例：体重60Kg PWCmax 280W

$$\Rightarrow 280 \div 12.47 \div 60$$

$$= 37.4 \text{ ml/kg/min}$$

# 持久力のトレーニングは

- ディスタンストレーニング  
VO<sub>2</sub>Max. の65～70%：1時間以上
- エアロビック・インターバルトレーニング  
VO<sub>2</sub>Max.の70～80%：4mM以下、5～15分
- ペーストレーニング  
VO<sub>2</sub>Max.の80～90%：8～15mM、3～10分
- アネロビック・インターバルトレーニング  
VO<sub>2</sub>Max.の95～120%：15～20mM、30秒～4分間

# 運動強度の簡易指標「%HRR」 (カルボーネン法)

- 安静時心拍数（朝、布団の中ではかる）
- 推定最高心拍数（40歳であれば約180拍/分）
  - ① 207-（年齢×0.67）
  - ② 220-（年齢）
- 安静時との差が「キャパシティ」になる
- 運動時の心拍数で強度を推定する
- 例：40歳で安静時心拍数が60拍/分であれば、  
60%強度は、  
安静時+（180-60）×60% = 132拍/分

# 自覚的運動強度（RPE）と乳酸性作業閾値

表 2-2 運動処方のための運動強度のとらえ方

自覚的運動強度（RPE） 強度の感じ方、その他の感覚を参考に RPE点数をきめる		$\dot{V}O_2\max$ からみた 強度	脈拍数からみた強度 % $\dot{V}O_2\max$ に相当すると 思われる脈拍数					
強度の感じ方	その他の感覚	RPE 点数	% $\dot{V}O_2\max$	1 分間当たりの脈拍数				
				60歳代	50歳代	40歳代	30歳代	20歳代
最高にきつい	からだ全体が苦しい	20	100%	155	165	175	185	190
非常にきつい	無理、100%と差がないと感じる、若干言葉が出る、息がつまる	19						
きつい	続かない、やめたい、のどがかかわく、がんばるのみ	18	90%	145	155	165	170	175
ややきつい	どこまで続くか不安、緊張、汗びっしょり	17						
やや楽である	いつまでも続く、充実感、汗が出る	16	80%	135	145	150	160	165
楽である	汗が出るか出ないか、フォームが気になる、ものたりない	15						
非常に楽である	楽しく気持ちよいがまるでものたりない	14	70%	125	135	140	145	150
最高に楽である	じっとしているより動いたほうが楽	13						
		12	60%	120	125	130	135	135
		11						
		10	50%	110	110	115	120	125
		9						
		8	40%	100	100	105	110	110
		7						
		6	30%	90	90	95	95	95
		5						

(体育科学センター資料およびRPEより 1987, 伊藤改変)

○年齢40歳代で、60% $\dot{V}O_2\max$ 強度の運動処方の場合、自覚的運動強度は「やや楽である」であり、RPE点数だと11点、脈拍数だと130拍がめやすとなる

基礎トレーニング = マラソン・コンディショニング  
(アーサー・リディアード：NZ)

- “最も効率のよい結果を得るためには、有酸素能力ぎりぎりのレベルで走ること”

ということは、5000m 17'30"のランナーと14'30"のランナーでは「基礎トレーニングのスピード」は異なる

- “これらのトレーニングは、リラックスして・・・走った時間が大切なのだ”

週100マイル、できれば10マイルと20マイルで・・・

## しかし「力の配分」も考慮すべき・・・

- 同じ力の配分でもタイムが上がっている
- ペースやスピードを気にせず、2時間の間心地よく走り続けることができるだけの体力
- もし力がついてきているのにペースを同じに保つとも、4分でも7分でもトレーニング負荷は少しずつ軽減されてしまう
- 最初から速すぎると、90分走るところを70分でガス欠になりトレーニングの要素を欠く

# 各ゾーンの比率は

・ ・ 実はよくわからない！

ドイツでの1500mと5000mランナー10名の2年間の追跡調査では・・・

• E1とE2は3mM以下、E3は3-7mM、E4は7mM以上

①閾値のスピードは、1週間のE3トレーニングの回数に比例して向上する。閾値の運動回数を2週間に1回から1週間に1回、2週間に3回、最終的には1週間に2回に増やしてゆくと閾値スピードは伸び続ける

②閾値スピードは、E3トレーニングが全体の23%、E4が13%、E1及びE2が64%のときに最高になる

# 東アフリカ勢は何故速いのか

- プロポーション（膝下の体積）とランニング効率
- 乳酸性作業閾値（4ミリモル）での疾走速度が高い
- フォアフット（フラット）接地と足底のバネ
- 子どもの頃の裸足での移動経験
- 高地トレーニングと高地滞在
- 赤血球性状の変容（小型化と酸素運搬能力）
- ハングリー精神（誰でもがヒーローになり貧困から脱出できる？）