

ボートのための生理学の基礎

身体マシンの機能を知らずしてどのようにして競技におけるパフォーマンスを実現しその準備のための計画を策定するのか。これは不可能である。

ボートレース時に身体組織にどのような要求が課されるかを知ることが同様に必要である。

この章はすべてのコーチの質問に答えるとともに、身体のトレーニングの計画化に必要な指示事項を提供するためのものである。

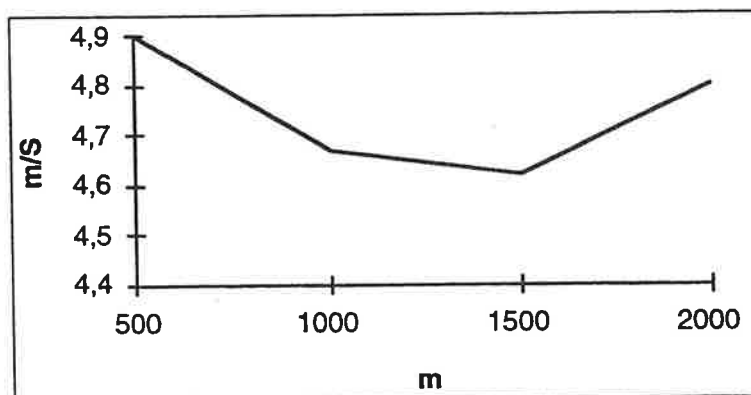
I ボートレースの構造

スターターの旗が降ろされた瞬間、漕手はレース初めに良いポジションを獲得するためにできるだけ早くトップスピードに達するようハイピッチでスタートする。スタート直後の約 20 秒間はこのパイレベルなパワーが適用される。

しかし、ボートレースは 2000m であり、誰もがこのテンポを維持できないことを知っている。我々はその理由をその後を知るであろう。ボートレースで漕手はギアを落とす (retrograder)。換言すれば、漕手は移行フェーズにおいて疲労と敵に対抗することができる経済的なテンポを模索する。この移行フェーズでの最大レベルに対するピッチと平均パワーのレベルが極めて重要である。世界レベルの漕手はこの規則性を管理しかつ一定したハイレベルの速度の実現によってレースに勝利する。

ゴール前 300m 地点では漕手は経済的な体制を放棄し、最良の結果を得るために可能な限りのピッチとパワーを増大させるためにそのエネルギーを使い尽くす。

このようなレース展開を示すために以下に 94 年世界選手権優勝の男子 2+ (Cortin/Gosse) のタイムカーブを示す (fig. 1)。



第 2 及び第 3 クォータのタイム差はわずか 0.8 秒であり、レース中盤での安定した速度 (規則性) が実現されている。

このレース展開はオリンピック、世界選手権の優勝クルーの典型的なものである。優勝クルーはスタート後の 1000m で敵に対し相当のリードを奪っている。

以下に各フェーズの違いと性格を説明する。

I-1 スタートフェーズ (La phase de depart)

このフェーズでは漕手はできるだけ早く艇をトップスピードにのせることを探求する。

- ・ 時間 : 10~15 秒 (8~10 本)
- ・ ピッチ : 40~42
- ・ 漕手一艇システムの最大加速

→スタート後 5 本でトップスピードにのせる必要がある。

- ・スタート後 5 本
- ・レンジは前方（キャッチ方向）を若干削る。
- ・後方（フィニッシュ方向）に力点をおいた加速
- ・ピッチ：最大（44～48）

→5 本力漕後

- ・レンジ：最大
- ・スタート後 30 秒までトップスピードを維持

I-2 移行フェーズ (La phase de transition)

このフェーズでは漕手はトップスピードから平均レーススピードに移行させる。

- ・平均速度：スタート後 1 分後に到達
- ・ピッチ：38～40

I-3 コンスタント・フェーズ (La phase de train)

このフェーズはレースの主要なフェーズである。

- ・ハイレベルの平均速度
- ・ストロークによるピッチと推進との最適な比例関係（経済性）
- ・時間：スタート後 1 分からゴール前 1 分までの間
- ・ピッチ：32～34（艇の種類による）

I-4 ファイナル・スプリント・フェーズ (La phase du sprint final)

このフェーズで漕手は再び最大速度の実現を目指す。

- ・速度：推進パワーとピッチの増大による加速
- ・時間：1 分

I-5 結論

以上のようなフェーズの説明から以下の事項が明らかになる。

- ・最良の結果でゴールするという目的
- ・この目的を達成するため必要な要求事項

これらの要求及びパフォーマンスの構造を数多くの要素全体によって説明することができる。

II ボートパフォーマンスの要素

レースでのパフォーマンスは属人的な要素及び用具、天候等のその他の要素の組み合わせの結果である。

我々は競技生活以前又は生活中における競技指導による社会的な影響を考慮しながらより前進することができる。コーチはすべての教育者と同様にこの影響を無視することはできない。練習におけるあらゆる要求事項は競技の精神面の質を通じて達成される。

しかし、この場ではコーチに関わる人的な要素に主題を限定する。換言すれば人的要素をより高いレベルに改善する必要がある。パフォーマンス及びレース結果を決定する要素として以下の 4 つのグループがある。

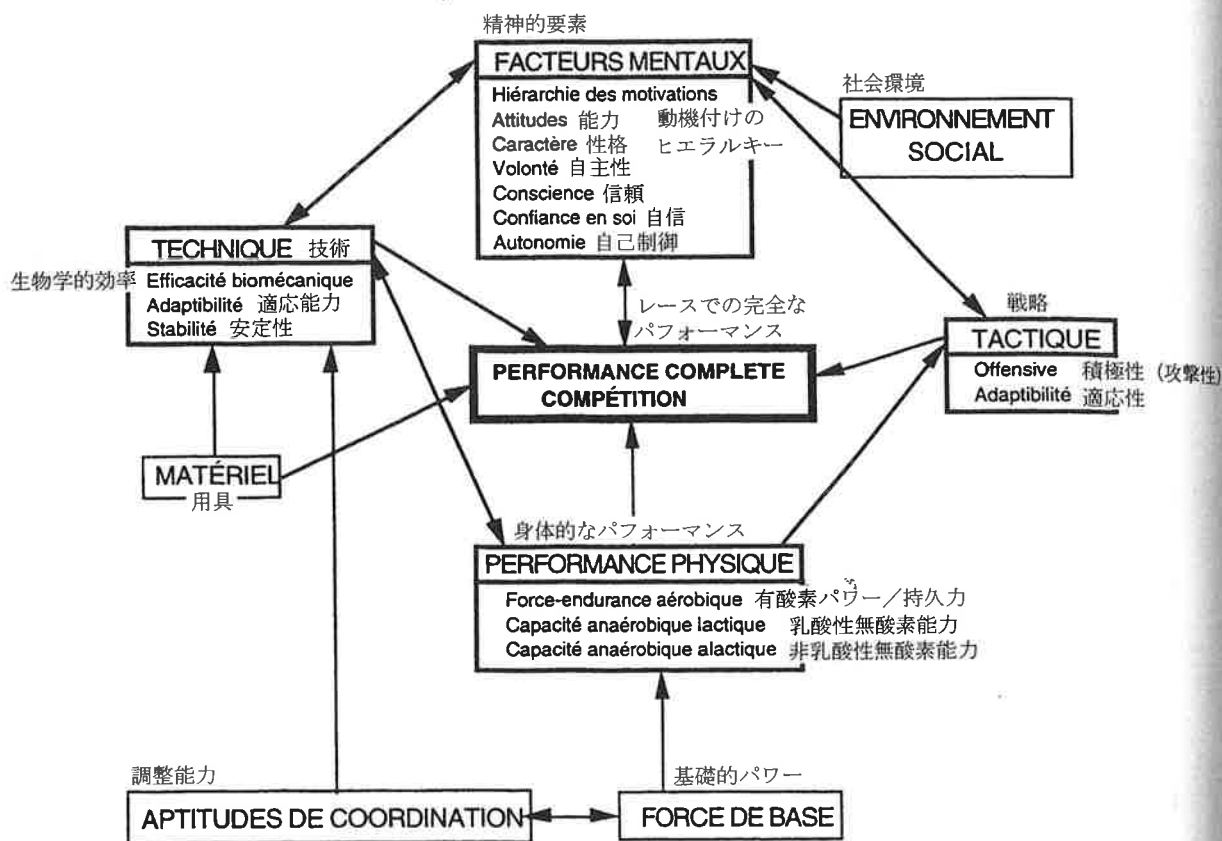
- ① 精神的な質
- ② 肉体的な質
- ③ 調整、技術の質

④ 戦略の質

以下の概念図 (fig. 2) に示すように、ボートのパフォーマンスの構造は各要素の一般的な相互依存関係及びヒエラルキーを明らかにする。

ボートパフォーマンスの諸要素

FACTEURS DE LA PERFORMANCE EN AVIRON



ボートのレース（及び練習）は他の人間の活動と同様に各個人による焦点を絞った活動である。即ち、各個人のすべての構成要素が練習及びレースの実行に動員される。

構成要素を以下に例示する。

- すべての動機付け
 - 精神的な制御の質（感知、習得、判断、コントロール、記憶、決定）
 - レース展開及び結果に対する期待
 - 生物力学的規則及びエネルギー発生プロセスの基礎的知識の習得
 - 道徳面での質（義務の認識、規律、誠実、集団精神、奉仕）
 - 知性
 - 特別な精神的能力（自己への厳しさ、根気、集中、自信、レースで自己を乗り越えること）
- 漕手の教育、研修の各章でこの議題を詳細に取り上げる。

II-1 肉体的要素

ボートレースは複雑な負荷である。できるだけ早く 2000m を走破するためにはピッチ 32~38 で約 220~240 ストロークに相当する力を適用する必要がある。

この力の適用サイクルは有効な技術的転換に関連した「特別なパワー/持久力」(une

force-endurance spécifique) を想起させる。このため、漕手はパーシャルパワー (une force de base partielle、部分的パワー) を習得する必要がある。

パーシャルパワーは個別の筋力とともに漕手が特殊な動きを行うためにチェーン化する筋肉グループの力に関連している。ボート競技の基礎的パワーは最大パワーを一切含まない。過剰なパワーはパワーと持久力との最適化を妨げる。先に説明したようにレース管理は経済的な意味での一種の妥協である。このことは各部分要素間の最適均衡点の達成を要求するが、個々の要素の最大化を要求しない。

ボートにおいては「持久力」(endurance) という用語を練習用語から削除すべきであり、「特別パワー／持久力」と呼ぶべきである。この用語は我々の行おうとする目標をより明確に定義する。即ち、レースにおける平均艇速を増加させるためにはより高いパワーを1つ1つのストロークに適用しなければならない。

肉体的要素のヒエラルキーを定義する。

★ パーシャルパワー (Force de base partielle)

- ある運動に関連する筋肉によって発揮される力及び拮抗筋 (muscles antagonistes) による力
- この力に適用する練習：一般的筋トレ (タイプM1)

★ 特殊パワー (Force de base spécifique)

- 複雑な運動の構造及びダイナミズムの中で発揮される力
- この力に適用する練習：水上での負荷付き又はエルゴでの特別筋トレ

★ 部分パワー／持久力 (Force-endurance partielle)

- ある運動に関連する筋肉によって発揮される力及び拮抗筋 (muscles antagonistes) による力
- この力に適用する練習：一般的筋トレ (タイプM2)

★ 特別パワー／持久力

- 複雑な運動の構造及びダイナミズムの中で発揮される力
- この力に適用する練習：B1～B5 タイプ練習及び水上での負荷付き又はエルゴでの特別筋トレ

陸上でのM1 及びM2 タイプ練習並びにB1～B8 タイプ練習の内容はトレーニングカタログ (メニユー例) のところで詳しく説明する。

複雑なパフォーマンスを決定するエネルギー的な構成要素については後ほど説明する。

II-2 ボートにおける調整能力

有能な漕手はボート技術をコントロールしなければならない。それによって効率的な動作を実現するとともに、損失なしに身体的な能力を艇速に変換させることが可能となる。

高い身体的パフォーマンス能力があってもボート運動のチェーン化やリターンをうまくコントロールできなければ良好な生産効率 (rendement) を期待することはできない。

効率的な技術は各動作の調整の実習 (la formation a la coordination) によってのみ可能である。この調整の実習には特別な活動以外の多様な状況を利用しながら長期的な教育指導が必要である。

以下に調整の実習に必要な事項を示す。

- ・ボート運動の豊富な経験
- ・バランス感覚
- ・動作に関する精神的な予見性
- ・運動チェーン化の感覚
- ・緊張とリラックスの交互繰り返しの感覚

- ・ 適応能力
- ・ 修正能力（柔軟性）

調整の実習は青少年の漕手にとって重要であることは言うまでもない。陸上練習や集団スポーツがこの練習のための不可欠な要素となるに違いない。

II-3 戦略

戦略とは焦点を絞ったレースの実現であり、以下の事項が考慮される。

- ・ その時点でのクルーのパフォーマンス
- ・ それ以前のレースの分析
- ・ 敵のパフォーマンスとその予想される戦略
- ・ パフォーマンスの生理学的分析
- ・ 天候・水面の条件

戦略は「攻撃性」及び「規律性」とともに状況や制約に応じて変更できる「柔軟性」を有するものでなければならない。

● 攻撃性 (offensivite)

スタート直後に有利なポジションを獲得する必要がある。1000m地点で数艇身の遅れをとったクルーにゴール直前での激戦 (bagarre) に参加する資格はない。

● 規律性 (dicipline)

全員で作成、決定した戦略を実行する必要がある。各人がかかってに行動してはならない。

● 柔軟性 (遠藤性 : variabilite)

これに対して予測不能な状況に直面した場合も適切に行動することが必要である。常に注意深く、しかしあわてないことが重要である。

III 身体構造的な条件

人間は何らかの動作を行う際様々なシステムを動員する。

- ・ 機関駆動システム (le systeme locomoteur; 骨、腱、筋肉、軟骨 cartilage)
- ・ 神経システム (le systeme nerveux)
- ・ 心臓・血管システム (le systeme cardio-vasculaire)
- ・ 呼吸システム (le systeme respiratoire)

各々のシステムは複雑な構造から成り立っている。ハイレベルのスポーツを行うためにはこれらのシステムを傷つけてはならない (intact)。スポーツの実践においてコーチは不適切な負荷や運動の実施によってこれらのシステムにダメージを与えないための競技組織の責任者である。

本件に関する文献はたくさんあるため、この研修プログラムですべての構造を取り上げる必要はないが、骨格筋 (muscles du squelette) の構造は知っておく必要がある。何故なら骨格筋の構造とその機能がトレーニングの重要な原理だからである。

III-1 骨格筋の基本構造

筋細胞 (筋繊維 fibre musculaire) は筋肉の収縮要素である「筋原繊維」 (myofibrilles) からできている。

筋原繊維は以下の2つのタイプの筋フィラメントから構成されている。

- ・ 「アクチン・フィラメント」 (細いフィラメント)
- ・ 「ミオシン・フィラメント」 (厚いフィラメント)

細いフィラメントはアクチン分子の集合体であり、2重螺旋構造をしている。他の2つの蛋白質 (トロポニン troponine、トロポミオシン tropomyosine) も2重螺旋構造をしており、これらの先

端はアクチン分子と結合している。

厚いフィラメントも同様に蛋白質から構成されるが、各々の蛋白質が平行に並んでいる。各々のフィラメントは螺旋状によじれその先端は「ミオシンの頭」が付いている。

細胞中のATP（アデノシン3リン酸）とカルシウムイオン分子によってミオシンの頭に負荷がかかる。とアクチンフィラメントとの結合（結合橋 *pont d'union*）が形成され、この橋の形成の過程でアクチンフィラメントがミオシンフィラメント上でサルコメットル（横紋筋原繊維の基本単位；*sarcomere*）方向へ滑る。これによって筋肉の伸縮運動が生じる。

アクチンフィラメントの収縮がすべての運動の基本である。

要求される力が大きいほど動員されるフィラメントの数も多くなる。大きな力や数多くの反復を必要とする動作の実施には甚大なエネルギーを必要とする。このエネルギーの産出のために筋肉細胞は特別な構造をもっている。このエネルギー産出センターを「ミトコンドリア」(*mitochondries*)を言う。このミトコンドリアの内部で複雑な生力学的なプロセスが展開される。このエネルギー生産と廃棄物の運搬に必要な化学反応を行うため細胞内に「筋形質」(*sarcoplasme*)が存在する。各々の細胞は「細胞膜」(*membrane*)で囲まれ、一定の条件下で浸透性を発揮する。細胞は血液を供給する多数の「毛細血管」(*capillaires*)に囲まれるとともに、電気ショックによって収縮を誘発させる役割を担う「神経」につながっている。

これらの構造はトレーニングの要求水準によって変化する。

我々は筋収縮速度及びエネルギー生産の違いにより基本的な筋繊維を2つのタイプに分けている。

- ・「タイプ1」：STF (Slow Twitch Fiber：遅い筋繊維)
- ・「タイプ2」：FTF (Fast Twitch Fiber：早い筋繊維)

★ タイプ1の筋繊維の収縮速度は遅いが持久力があり、以下の性質を有している。

- ・エネルギー産出機関であるミトコンドリアをたくさんもっている。
- ・筋繊維の厚さは平均的
- ・筋原繊維の数はタイプ2より多くない。
- ・筋繊維を取り巻く毛細血管の数が多。
- ・神経反応は相対的に遅い。

★ タイプ2の筋繊維は速い収縮能力をもっているが疲労が早く、以下の性質を有している。

- ・筋原繊維の数はタイプ1より多い。
- ・エネルギー産出ルートが違いためミトコンドリアの数が少ない。
- ・筋繊維を取り巻く毛細血管の密度はタイプ1より低い。
- ・神経反応は素早い。

タイプ2の筋繊維の中には更なる違いがある。

タイプ2の筋繊維の一部はタイプ1と2の中間的な性質を持っており、このタイプの筋繊維を「タイプ2a」と言い、それ以外の部分を「タイプ2b」と言う。「タイプ2a」は2bよりミトコンドリアの数が多く毛細血管の密度が高く、トレーニングの要求水準に応じてその機能を変化させることができる。このことは我々のトレーニングの重要な目標、目安である。以下の表に各筋繊維の構造と機能の概観を示す。

★ Tableau1 : 筋繊維タイプ 1、2 a、2 b の特性

特性	タイプ 1	タイプ 2 a	タイプ 2 b
筋繊維の口径	平均	小さい	小さい
筋原繊維の数	少ない	平均	多い
ミトコンドリアの数	多い	平均	少ない
毛細血管の数	多い	平均	少ない
収縮速度	低い	高い	高い
持久力	強い	平均	弱い
瞬発力	弱い	平均	強い
刺激反応閾値	弱い	平均	強い
グリコーゲン生成力	弱い	平均	強い
酸化力	強い	平均	弱い

★ バイオプシー検査によるハイレベルの漕手の骨格筋の筋繊維の平均的な配分は以下のとおりである。

- ・タイプ 1 = 60~75%
- ・タイプ 2 a = 25~15%
- ・タイプ 2 b = 15~10%

IV エネルギー産出プロセス

この章ではスポーツ運動エネルギーの産出に必要な燃料の産出・利用の構造・機能及び方法を取り上げる。

エネルギーに変換される唯一の物質は「ATP」(Aenosine-Tri-Phosphate)である。前の章で我々は各々のフィラメントの収縮はATP分子の働きによって引き起こされることをみた。ATPのストックは1秒程度の運動で消費され、身体機構は恒常的にATPの再合成を行わなければならない。ATPの単位時間当たりの再合成の質は運動の強度、速度、ピッチ、時間によって変化する。

エネルギー生産の化学反応は以下の図式で示される (すべての化学反応は触媒 (catalyseur) としての酵素 (enzymes) の働きによって引き起こされる)。

(酵素加水分解)



ADP = アデノシン 2 リン酸 (Adenosine Di Phosphate)

P = 無機リン (Phosphore inorganique)

1つのATP分子が10kcalのエネルギーを放出する。ボートの練習やレースのためには更に多くのエネルギー産出が必要である。エネルギー産出の化学反応は以下のとおりである。



ATPの分解 (degradation) によって供給されかつ運動によって消費されるエネルギーを再生しながら可逆反応によるATPの再合成が行われる。

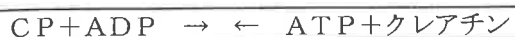
ATPの再合成には以下の3つのプロセスがある。

- ・「非乳酸性無酸素プロセス」(processus de l'anaerobie alactique)
- ・「乳酸性無酸素プロセス」(processus de l'anaerobie lactique)
- ・「有酸素プロセス」(processus de l'aerobie)

IV-1 非乳酸性無酸素プロセス (Le processus de l'anaerobie alactique)

酸素を使用せずかつラクタート廃棄物 (dechet lactate, acide lactique 乳酸のこと) を産出しないプロセス

クレアチンリン酸 (CP ; la creatine phosphate, $C_4H_7N_3O$) の分解→エネルギーが豊富



このプロセスは約 15 秒間の ATP の大量の再合成によって単位時間当たり大量のエネルギーを産出することができる。この短い時間に筋肉は高いパフォーマンスを実施することができる。このプロセスはスタートにとって理想的なものであり、その実施に慣性 (inertie) はない。このプロセスにはタイプ 2 の筋繊維が動員される。

レースではその他のエネルギー産出ルートの使用によってエネルギー源 (substrat) (CP) を再構築することができる。即ち、我々はレースの最後における約 15 秒間のファイナルスプリントのために再度このプロセスを使用する可能性がある。

IV-2 乳酸性無酸素プロセス (Le processus de l'anaerobie lactique)

酸素を使用しないが乳酸を産出するプロセス

グリコーゲン (le glycogene) の分解によって乳酸を産出しながら ATP の再合成に必要なエネルギーを供給する。



グリコーゲンは筋肉及び肝臓に蓄えられている。このプロセスの稼働のためには 20 秒程度の時間を必要とする。生産される ATP の量はグリコーゲンの蓄積量によって規定されるとともに、エネルギーの産出量は筋肉細胞内のラクタート (乳酸) の集積によって規定される。乳酸が多量に蓄積すると身体の防御メカニズムによってこのプロセスは停止する (最大強度で約 2 分間)。高濃度のアシドーズ (酸) の蓄積は細胞にとって危険である。血液中のラクタートの集積の限界値は 20mmol/l である。

グリコーゲンの分解はタイプ 2 の筋繊維を動員する。

このプロセスはスタート後のコンスタントへの移行フェーズ及びファイナルスプリントフェーズにおいて特に有用であるが、血液中の乳酸集積のパーセンテージを一定以下に保つという試練を伴っている。

IV-3 有酸素プロセス (Le processus de l'aerobie)

酸素を使用するプロセス (酸化 : oxydation)

グルコース (ブドウ糖 : glucose) の燃焼 (combustion)

有酸素解糖 (la glycolyse aerobie) は ATP の再合成のための大量のエネルギーを供給することができる (1 つのブドウ糖分子は酸素とともに ATP 38 分子を再構築することができる)。量的には優れているが、強度 (単位時間当たりのエネルギー量) は他の 2 つのプロセスに劣る。このプロセスによるグリコーゲン分解によって炭酸ガスと水分が発生する。この反応はタイプ 1 の筋繊維中のミトコンドリアの中で生じる。

このプロセスは細胞への酸素、ブドウ糖の供給及び CO_2 の排出のための運搬システムの高い能力に依存する。酸素消費量が有酸素システムの能力を測るための良い指標であり、優れた漕手の最大酸素摂取量 VO_{2max} (リットル/分) は「6.5 リットル/分」に達する。

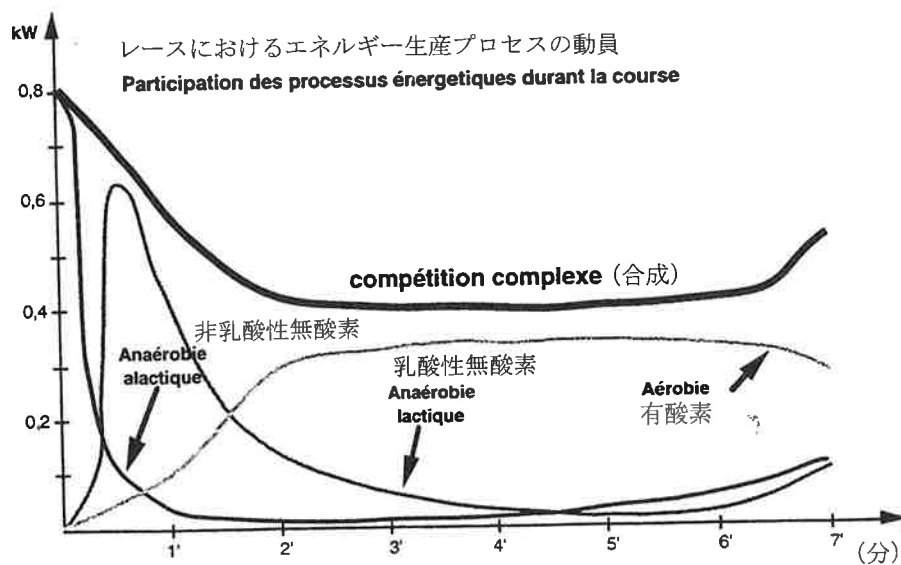
この有酸素プロセスは 2 分程度のある種の慣性をもっている。有酸素プロセスはスタート後 2~6

分の中盤フェーズのエネルギーを供給する。このプロセスに動員される筋繊維の約70%がタイプ1であることを想起する必要がある。

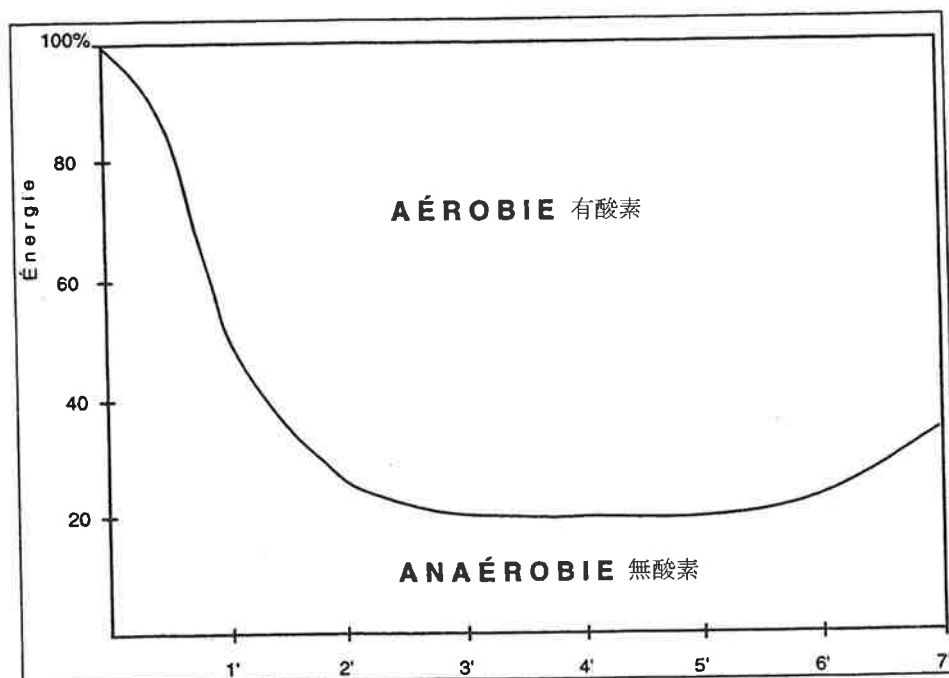
我々がレース中盤の展開の重要性を認識するならばある程度の有酸素能力をもつタイプ2aの筋繊維を動員しなければならない。高い質の有酸素トレーニングによって必要となるタイプ2aを獲得することができる。

このプロセスでは特にグルコースが使用されるが、運動（負荷）が長時間の場合には脂肪の蓄積（脂肪酸：acides gras libres）を動員することができる。このケースでは使用可能なストックがある又はATPの必要量と再合成の均衡が保たれている限りほぼ無制限にエネルギーを生産することができる。これは有酸素トレーニングのコンセプト及び実施にとって重要な点である。

ボートレースにおける3種のエネルギー生産プロセスの量的な比較を時系列に図式すれば以下の図のとおりである。



ボートレースにおける有酸素と無酸素システムの使用割合を示せば以下の図のとおりである。



我々の練習の目的は各場面において必要となるエネルギーを 100%供給するために各々の代謝ルートを開発、向上させることである。

レースに必要な負荷に身体機能を適合させるためにレーススピードで練習すべきとの意見は拡大しすぎである。筋肉構造組織及びその機能を考慮しない練習方法は毎回袋小路に入っていた。

ボート競技での成功はレースにおける動員の割合に応じたエネルギー産出システムの開発、向上を通じて達成される。

次の章ではエネルギー産出システムの適合の基礎を取り上げる。

V 構造的及び機能的な適合

適合 (adaptation) とは生物学的な許容範囲の中で繰り返される興奮 (excitation) と刺激 (stimulation) 下での要求に対する反応であると定義する。

この定義から適合のプロセスは教育指導プロセスの中で検討する必要があることがわかる。各々の筋繊維ごとに適切な反応のために重要な刺激、興奮が存在する。

細胞内反応は要求水準に適切に反応するためその構造と機能の変化から構成される。以下の表 (table) にその例を示す。

○Tableau 刺激の種類別の反応 (適合)

刺激	システム	代謝	反応 (応答)
最大筋力	タイプ 2 筋繊維	無酸素、非乳酸性	筋繊維の動員と成長
B5 持久力	タイプ 2 筋繊維	無酸素、乳酸性	酵素の活動
B1 持久力	タイプ 1 筋繊維	有酸素	ミトコンドリアの増加と移動

この見方は完全ではないが一定の方向を与えてくれる。適合のための時間はそれぞれ異なる。無酸素システムは相対的にスピーディーだが、有酸素システムは大きな慣性力 (持続力) をもっている。ただし、6 週間未満の有酸素トレーニングでは効果は現れない。細胞内及び周辺の変化を通じてその理解を深めることにする。

有酸素システムでは ATP の生産はミトコンドリア内で行われる。このプロセスの第 1 の反応の 1 つはミトコンドリアを成長させることであり、もう 1 つはそれを増加 (増殖) させることである。

細胞はその機能の改善のためにその構造を変化させる。第 2 の反応はミトコンドリアを細胞膜 (la membrane) に向かって移動させ、毛細血管中の酸素、ブドウ糖、脂肪のエネルギー源及び廃棄物 (主に 2 酸化炭素) の排出ルートにできるだけ近づけさせることである。

細胞外部の構造も血液の運搬システムの能力を増大させることができる。毛細血管の支枝 (ramification) は細胞からの要求を満足させるためにその密度を増大させる。

この結果、血液は赤血球 (globules rouges) の数を増加させながら酸素運搬能力を向上させる。

これらの細胞の構造変化を獲得するためには以下の事項が重要かつ不可欠である。

- ・時間 (練習等)
- ・的を絞った関係システムの動員 (練習)
- ・よく定義されかつ混乱のないトレーニングのための明確で根気強かつ繰り返しの情報 (提供)

仮にこれに反したり有酸素システムにとって不適切又は過度な負荷で練習をすれば、期待する効果を得られず、逆に自己防御システムが作動する。

ラクタートの集積が過度に進行すると、細胞膜が酸の進入を防ぐために閉じ、ミトコンドリアは細胞膜から遠ざかり、かつ縮小しその数が減少する。世界選手権前後の旧東独の代表選手に対する

バイオプシー検査においてこの現象が観察されている。

2 週間のレース強度での集中的なトレーニングによって最終ステージでの有酸素トレーニングの成果が消滅してしまうことがあるが、これは身体組織の当然の反応である。シーズン前の過度な無酸素トレーニングによって引き起こされる同様の現象の結果を想像してほしい。この種のすべての練習は有酸素面で何の結果ももたらさないであろう。

VI 練習計画化の基礎的な規則

これまで負荷と身体組織の適合について説明してきたが、もう 1 つの重要な要素は回復 (la recuperation) である。負荷は疲労を引き起こすがその後に休息フェーズが必要である。すべてのシステムが機能の正常化のための固有の方法をもっている。

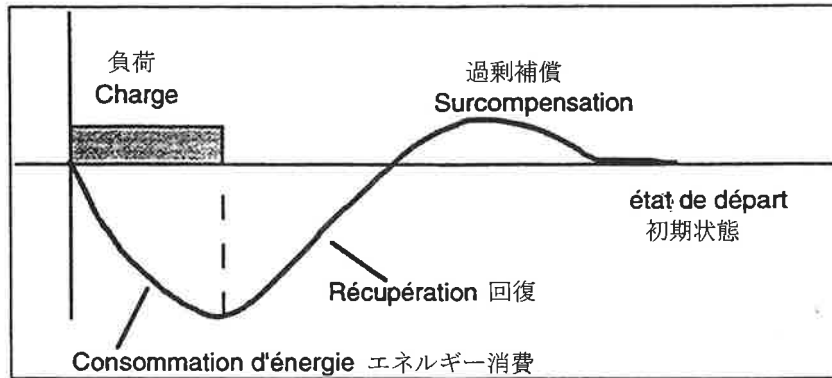
→ 脈拍 (la fréquence cardiaque) と呼吸回数 (la fréquence respiratoire) の低下

→ 血液中の廃棄物 (CO₂) の排除と蓄積 (ストック) の再構築

→ 筋肉細胞の収縮要素の開放 (リラックス) による休息

しかし、負荷を与えた後の身体組織の全面的な快復は予期したとおりにならないことが分かっている。身体組織は初期と同じ状態に戻るのではなく「過剰補償」(surcompensation) という生物学的な過剰反応を示す。

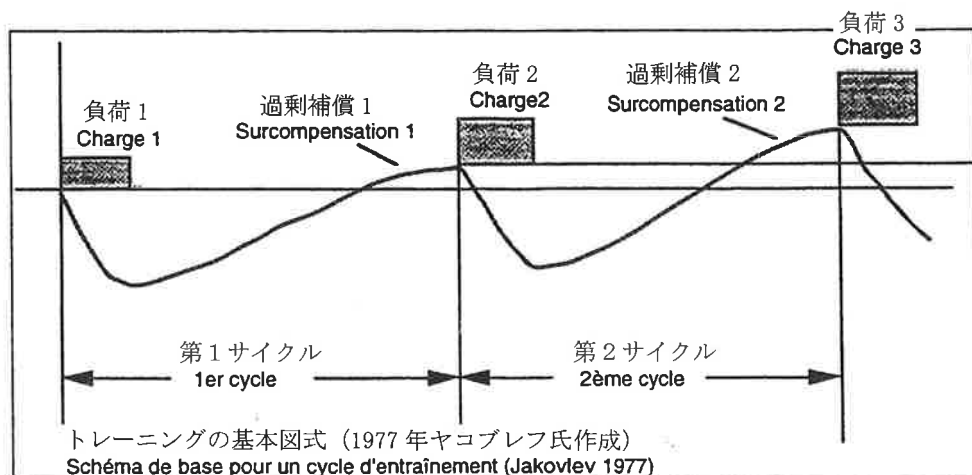
以下の図 (fig) は負荷を与えた後の身体組織の反応を示している。



長期的に最適な身体組織の適合 (反応) を達成するためには、次の負荷の適用を身体組織が新たなスタート状態に達するまで待っていてはダメであり、過剰補償のピークに達したときに新たな負荷を適用すべきである。Jakovlev 氏の伝統的な図がこの反応を説明してくれる。

身体組織が新たな負荷に耐える準備を行うために必要な時間を知らねばならない。この時間は負荷の量と質、即ちエネルギー蓄積の再構築の時間によって決まる。

○Jakovlev 氏による身体組織の適合反応 (1977 年)



VI-1 無酸素非乳酸性プロセス

無酸素非乳酸性プロセスのエネルギー蓄積の再構築は数分間の休息の間の化学反応によって非常に速く行われる。

VI-2 無酸素乳酸性プロセス

乳酸産出性の負荷を与えた後の回復にはより長い時間が必要である。まず、グリコーゲンの蓄積の再構築と乳酸の排除がともに必要であり、このプロセスは相対的に遅い。

この事実はすべての乳酸産出性の負荷、練習、レースの後は直ちに積極的な回復によってすすぎ洗い (rincage : リンス) を行うことが重要であることを強調している。

乳酸産出性負荷 (練習) は 24 時間の間隔 (休息) をあけて行う必要がある。筋トレタイプM2や6000mヘッド・オブ・ザ・リバー (これらの運動は有酸素から無酸素への移行段階に属し多くのエネルギーを消費する) のような長時間の負荷を与えた場合にはエネルギーの再構築のために約48時間の休息をとる必要がある。

VI-3 有酸素プロセス

これと反対に有酸素トレーニングの場合にはこの種の問題は全く生じない。蓄積にはほぼ限界はない。これが有酸素トレーニングを毎日2回実施することが普通であることの理由である。

乳酸性負荷の後の有酸素トレーニングは同時に乳酸システムの回復の役目も果たす。有酸素練習のレベルを上げるほど身体組織が耐えうる乳酸負荷のレベルは向上するということを指摘することが重要である。

この「緩衝作用」(le tampon) は長いシーズンのパフォーマンスの安定性の確保にとって重要であり、かつ準備期間 (秋、冬、春) 及び夏のレース間の有酸素能力の維持にとって有酸素トレーニングがいかに重要であるかを強調している。

(F F S A作成コーチ研修用資料)

ボートのパフォーマンスに関連する生理学的要素

共著 M.Muniel BOURDIN,
M.Laurent MESSONNIER
M.Jean-Rene LACOUR

ボート競技ではレース条件下で個々の選手のパフォーマンスを測定することが難しいが、屋内のエルゴメーター競争によって比較可能な個別のパフォーマンスデータを得ることができる。エルゴ競争はすべての選手に対し同じ条件下で実施される。

2000m レースのパフォーマンスの実行に必要な代謝エネルギーの大部分は「有酸素運動」(la filiere aerobie) によって発生する。この結果、高い「最大酸素消費量」(VO_2max) を有する漕手だけがハイレベルのパフォーマンスを実現することができる。また、代謝エネルギーの僅かな部分は「無酸素乳酸産出運動」(la filiere anaerobie lactique) から発生する。しかし、無酸素乳酸産出運動能力の評価は筋肉中の乳酸産出量の直接的な測定に問題があるため難しいが、運動強度に応じて変化する血液サンプル中の乳酸の集積値を計測することができる。

実験室のエルゴメーターを使用した強度を漸進的に増大させるテストの実施により VO_2max を計測できる。このテストの結果から、 VO_2max 以下の一定の運動強度を超えると指数関数的に乳酸集積が増大する (fig. 1 参照)。この極限点における運動強度を「乳酸閾値」(seuil lactique) と呼んでおり、「無酸素(運動) 閾値」でもある。この極限值を正確に決定するためにはゆっくりとした速度で極限に達するようにする必要がある。この極限値の目安は以下のとおりである。

我々は一定の指標値を選択する。乳酸の血液中の集積値 $4mmol/l$ がしばしば閾値として利用されている (1994 年 Astrand 氏と Rodahl 氏)。この指標値は一般的なグラフ (曲線) の速度 (テンポ) に関する詳細な情報を提供してくれる。

1993 年以降、Imbert 氏と Montigon 氏の両コーチの協力を得て年に 1 度リヨン支部の漕手が我々の実験室で生理学的テストを受けている。

● 評価テストで計測されるパラメーター

F F S A の基準に従って、漕手は実験室でコンセプト I I (モデル C) による漸進的強度増大テストを疲労の限界点に達するまで実施した。エルゴメーターに表示される一定の平均強度の段階ごとに直接 VO_2 を計測するとともに、乳酸集積値の計測のために耳たぶから少量の採血を行った。

このテストの結果により個々の選手ごとに「Fc 値」と様々な「乳酸集積値」(2, 3, $4mmol/l$) ごとの運動強度を決定することができる。Fc 値は実験条件下で決定される 2 及び $3mmol/l$ に相当する血液中の乳酸集積値であり、タイプ B2 の練習の強度のコントロールのために水上練習で使用されている値である。我々は Fc 値の測定の有効性を確かめるために、毎年テスト対象の選手に対しタイプ B2 の練習時に乳酸値測定のための採血を実施した。このテスト結果から、タイプ B2 の練習の強度のコントロールのために実験室で測定した Fc 値が水上でも有効であることが明らかとなった。タイプ B2 の水上練習時に測定した血液中の乳酸集積値は $2\sim 3mmol/l$ の間に分布している。

fig. 1 に示すように、このテストによって VO_2max と一致する力学的強度、即ち「最大有酸素(運動) 強度」(Pamax) を測定することができる。更にテスト結果の分析により、「乳酸閾値 $4mmol/l$ に相当する酸素消費量 (VO_2)」(VO_2max に対するパーセンテージ%で示される) を決定することができる。

● パフォーマンスの生理学的要素

いくつかの生理学的パラメーターのボートパフォーマンスに及ぼす影響を調べるために、我々は

95年フランスナショナルチームから12名のよく似たスカル漕手のグループを選別し、エルゴメーターテスト及び同じ月に Martignane でスカル 6000m 練習による水上テストを実施した。

このグループのテストの平均結果を Tableau 1 に示す。このテストで得られた「VO₂max」と「%VO₂ 4mmol/l 閾値」(乳酸閾値 4mmol/l に相当する酸素消費量)は1983年の Secher 氏と Col 氏の文献及び1993年の Steinacker 氏の文献で報告された様々な国籍(西ドイツ、デンマーク、カナダ、ノルウェー)の世界レベルの漕手の値と一致している。

「VO₂max」と「%VO₂ 4mmol/l 閾値」は持久力パフォーマンスに重大な影響を与えるパラメーターである。VO₂max は最大有酸素運動能力を示し、%VO₂ 4mmol/l 閾値は全体的な乳酸代謝運動能力を示している。

最近の漕手テストによる研究により、高い%VO₂ 4mmol/l 閾値の漕手は高い乳酸物質の分解能力によって「Pamax」(最大有酸素(運動)強度)を超える高強度運動を持続する能力が高いことが示された(1997年 Messonnier 氏と Coll 氏)。選手は 4mmol/l 閾値付近での高強度運動の実施によって乳酸の過剰な蓄積なしに高い酸素消費値(%)でのパフォーマンスを実現することができるようになる。

評価テストの統計分析から、VO₂max と %VO₂ 4mmol/l 閾値がボートのパフォーマンスに大きな影響を与えることが明らかになった。一般的にエルゴテスト又は水上練習テストで最も高いパフォーマンスを示す漕手は最も高い VO₂max と %VO₂ 4mmol/l 閾値を有する選手である。この2つの生理学的なパラメーターによってエルゴ又は水上でのパフォーマンスの約 70%は説明できる。

エルゴのパフォーマンスと水上テストでのパフォーマンスとの間には直接的な相関関係が存在する。一般的にエルゴテストでの最良のグループは水上テストでも最良である (figure 2 参照)。このため、適切な練習によって VO₂max と %VO₂ 4mmol/l 閾値を改善することが重要である。

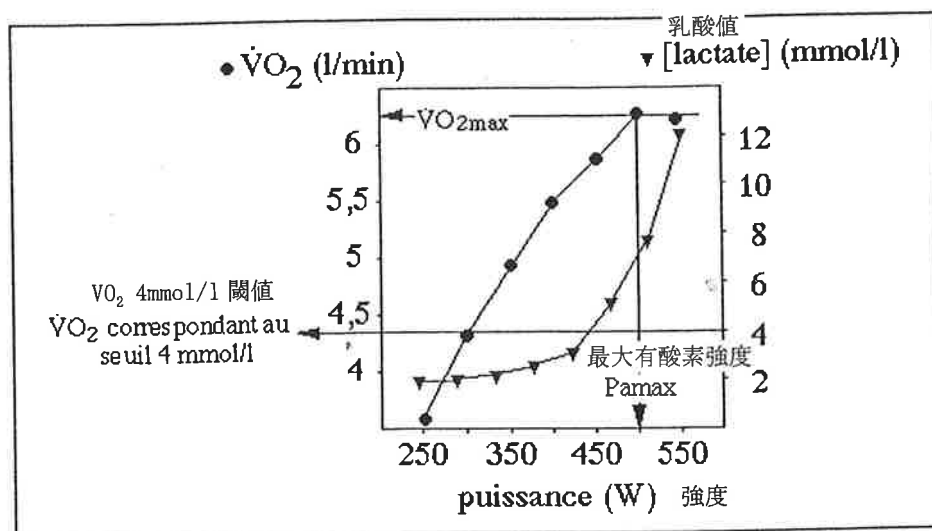
しかしながら、fig. 2 のグラフの中で 2 名の選手は相関関係からはずれていることが興味深い。このことは持久力に関する生理学的パラメーターは重要であるが、それだけではボートのパフォーマンスを正確に予測することはできないことを明らかにしている。技術や精神面での態度など実験室では計測できないその他のパラメーターが存在している。

● 生理学的パラメーターを活用した数年間の練習の影響

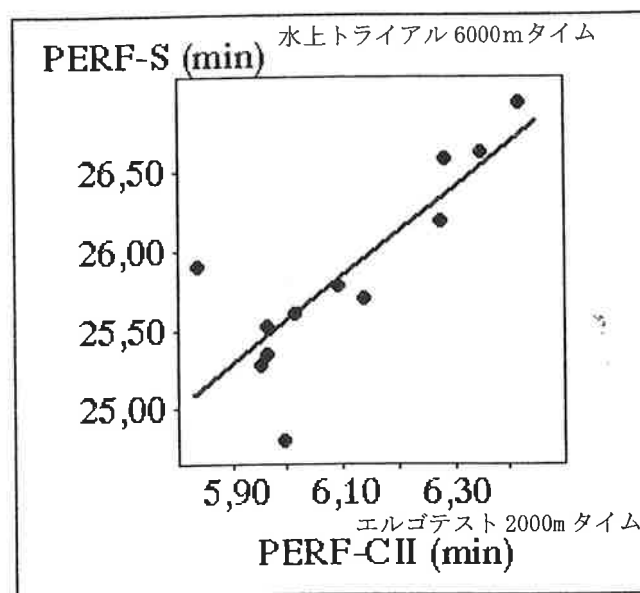
研究対象のグループでは VO₂max は 18~28 歳の間大幅に変化していない。これに対し、%VO₂ 4mmol/l 閾値は年を追うごとに大幅に改善している。年齢の高い選手ほど、%VO₂ 4mmol/l 閾値もより改善している。練習によって最適値に達する年齢まで漕手の最大有酸素能力 (VO₂max) 水準を維持するとともに、%VO₂ 4mmol/l 閾値を改善することによってパフォーマンスの改善を達成することができるであろう。ただし、同質性の少ない若年の漕手グループでは年齢とともに VO₂max と %VO₂ 4mmol/l 閾値の両方が改善するであろう。

● 結論

以上の結果は実験室での生理学的評価テストで測定されたパラメーター (VO₂max と %VO₂ 4mmol/l 閾値) によってエルゴ又は水上でのパフォーマンスを予測することができることを明らかにしている。また、これらの結果は VO₂max の重要性を確認するとともに、乳酸代謝がボートパフォーマンスに与える重大な影響を示している。最後に、漕手は練習によって最大有酸素能力の水準を維持するとともに、年齢とともに %VO₂ 4mmol/l 閾値を改善し、もってボートのパフォーマンスを改善することができるであろう。



○Fig.1 エルゴテストでの乳酸集積と酸素消費の推移



○Fig.2 エルゴテストと水上テストのパフォーマンスの比較

Table.1 パラメーター平均値

% VO_2 4mmol/l 閾値 最大有酸素強度

VO_2 max	VO_2 max	% VO_2 max seuil4	Pamax
($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$)	($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)		(W)
$5,5 \pm 0,44$	$66,4 \pm 4$	$90,8 \pm 4,7$	401 ± 30
(4,63-6,13)	(59,6-74,5)	(83,8-99,3)	(347-444)

栄養学

(食事療法 : Dietetique)

栄養学は人間の栄養補給 (alimentation) の科学である。

栄養補給は肉体的な健康と精神的な健康の双方に影響を及ぼす。

肉体面では栄養補給は各組織の活動に必要なエネルギーとともに各組織が健全に機能するために必要な成分をも供給する。

もし栄養士の役割を栄養補給の研究、改善、最適化のみと考えるならば、この科学の大部分を見落とすことになる。

肉体面では栄養補給 (食事) は多様な食材から調理される料理による個人の精神的均衡に必要な毎日の喜びである。

以上の原則はスポーツ競技のパフォーマンスが肉体的体制と精神的準備に密接に関連しているだけにより重要である。

競技選手のエネルギー必要量と代謝に適合し、多彩かつバランスのとれた食事はまず練習負荷後の最良の回復の役目を果たす。中長期的にはシーズンを通じた定期的な監視と改善によって食事はパフォーマンスの増大をもたらす。

希望するパフォーマンスを達成するためには食事の喜び、目、舌 (papilles : 舌乳頭)、お腹による喜びの気持ちを持ち続けることが必要なことを忘れてはならない。このことが「激しい空腹感を断ち切ること」(coupe fringale) へ進むことを回避させる。それは一時的には減量等の達成が保証されるかもしれないが長期的にはアンバランスを生じさせる。快適で選手の嗜好を考え、いくつかの栄養補給上の誤りが修正された食事は練習前後に選手に平静を与える。

我々は選手の食事及びシーズンを通じた改善に関するいくつかの側面を取り上げる。主要なポイントは以下の点である。

⇒トレーニング期間中の栄養補給

⇒レース期間中の栄養補給

I トレーニング期間中の栄養補給

トレーニング期間中の栄養補給は競技選手にとって極めて重要である。何故なら栄養補給は彼等の仕事量に対して通常の栄養補給では大きく不足する栄養分を埋め合わせるからである。

このタイプの栄養補給はすべてのスポーツ活動に共通する。栄養のタイプに特殊性はない。更にこのタイプの栄養補給はスポーツ選手であるなしにかかわらずすべての関係者に対して提案される。スポーツ選手の場合は肉体活動による一時的なエネルギー消費に対応するために1日当たりの量を増加させるだけである。

1日の栄養配分に入る前に食物及びその栄養分を知ることが必要である。

I-1 食物の性質と分類

食物 (aliments) は消化管で消化されるときに栄養素に分解され (蛋白質 protides、脂肪 lipides、炭水化物 glucides、鉄塩分 sels minéraux、ビタミン vitamines、水 eau)、肉体活動に必要なエネルギーを供給する。

推奨されている栄養補給表は我々に今後検討必要事項をみていくための栄養素の必要量を示している。

伝統的に食物を共通の栄養上の性格から7つのグループに分類している。多彩かつバランスのとれた栄養補給のためには各食事の中にこれらの各グループの栄養素が少なくとも1つは入っていない

ければならない。

I-1-1 グループ1-乳製品

このグループは乳、生チーズ（ヨーグルト、フロマージュブラン・・・）、チーズ、それらの関連製品（アントルメ等）から構成される。これらの食物は選手に大量の蛋白質（生物学的に価値の高い、即ち組織に吸収され安い酸化栄養物の補給）及び鉄塩分、特に青少年選手の骨形成に必要なカルシウム（1/2 脱脂乳 100ml 当たり 125mg のカルシウム、グリュイエールチーズ 100 g 当たり最大 1000mg のカルシウム）を補給することができるために非常に重要である。ただし、有害な脂肪のとりすぎを避けるために 1/2 脱脂乳を飲むことが推奨される。

我々は硬質チーズ（グリュイエール、エメンタル、コンテ・・・）は多くのカルシウムを含んでいるが、そのとりすぎに注意しなければならないことを知っている。何故ならチーズは質の悪い脂肪源（心臓血管疾患 *maladies cardiovasculaires*）であるからである。

アントルメ（*entremets*、チーズの前のデザート）や生チーズがエネルギー補給とスポーツ選手特に青少年選手に必要なカルシウムの補給のために非常に幅広く利用されるであろう。

I-1-2 グループ2-肉、魚、卵

この3種は生物学的に良質な蛋白質を多く含んでいる（生の状態で 100 g 中 15~20 g）。

このグループは鉄分の主要な補給源であり、鉄分は酸素の運搬役として重要であり、特にスポーツ選手の食事には十分な量の鉄分が入っている必要がある（生理期間の鉄分の消失の理由で）。

子牛、鶏、馬、脂肪をとった肉などの脂身の少ない肉（*viandes maigres*）を選ぶ必要がある。毎週鉄分補給のため肝臓を食べる必要がある（100 g の肝臓に 5mg の鉄分）。

魚を軽視してはいけない。魚は蛋白を豊富に含んでおりかつ脂肪が少ない。脂身の多い魚の方が脂身の少ない肉よりも脂肪が少ない。また、魚は最も良質な脂肪を含んでいる（不飽和脂肪酸 *taux d'acides gras insatures* の含有率が飽和脂肪酸より高い）。魚は特にヨ素（*iode*）などの希少なミネラル源として優れている。

卵も同様に優れた食品である。その蛋白質は生物学的に最良のものである（アミノ酸比率 *la proportion d'acides aminés* が理想的）。

これらの3種の食品をバランスよく摂取する必要がある。何故なら、100 g の肉、100 g の魚、2 個の卵は同量の蛋白質を供給するからである。

I-1-3 グループ3-野菜、果実

このグループは共通してビタミンCを豊富に含んでおり。ビタミンCは身体組織の保護や感染源に対する保護の役割を果たす。何故ならビタミンCは身体防御組織を活性化し、疲労に対抗するからである。ビタミンCは熱と光に敏感で加熱や長期の保存によって消滅することを知っておく必要がある。

できるだけ新鮮な生野菜・果実を多く摂取することが望ましい（保存を避け食べるときに皮をむく）。

野菜・果実は炭水化物、特に単糖（ブドウ糖 *glucose* と果糖 *fructose*）を豊富に含んでおり、良質なエネルギー源となる。

これらの食品は加熱前にあまり水に浸しすぎず（水にミネラルとビタミンが解け出す）かつあまり長く加熱しないで摂取すれば豊富な鉄塩分とビタミンを補給することができる。加熱する場合は蒸す方が望ましい。

これらの食品は蛋白質も含んでいるがグループ2の食品より生物学的な質は劣ることを知っておく必要がある。

スポーツ選手の水分補給 (hydration) のために水分の存在 (80%以上) も重要であり、食物繊維の含有は腸の消化活動を助ける。

注意：これらの食品は加熱すると大量のビタミン及びミネラルが消失するが、それでも食品としての価値は高い。

I-1-4 グループ4ー穀物及び関連製品

このグループは穀物、パン、パスタ、乾燥野菜などから構成され、スポーツ選手の栄養補給にとって極めて重要な役割を果たす。何故ならこれらの食品はエネルギーの主要な供給源だからである。

これらの食品はデンプン (amidon) などの炭水化物を豊富に含んでおり、食物全体によって供給されるエネルギーの約 40% を供給する。更に血糖の安定配分に寄与し、単糖のような上下の変動を起こさない。

これらの食品はビタミンB (脂肪、蛋白質、炭水化物の代謝にとって重要) の供給源である。スポーツ選手はパンを多めにとった方がよい。食事と空腹の間の間食としてパンをとることができる。

我々は一日の栄養補給の配分の中でパスタ、コメ、スムール (小麦、トウモロコシ、コメの粒状製品)、タピオカ、穀物を毎日朝食及びメインの食事とする必要があることをみていく。穀物 (セリアル) に乳製品を組み合わせた食事を開発する必要がある。コメと牛乳、スムールと牛乳、クリーム又はクリーム状のチーズとコンスターチそれに牛乳などを朝食時に特に青少年選手の場合は練習前にとることが望ましい。

以下に各食品の炭水化物のバランスシートを示す。

★ 50 g のパン (に含まれる炭水化物) は以下の食品と代替できる。

- (1) 40 g のパスタ (有塩)、
- (2) 125 g の馬鈴薯、
- (3) 35 g のビスケット (3~4 枚)

I-1-5 グループ5ー油脂 (Les corps gras)

このグループはバター、クリーム (又はクリーム状のチーズ)、オイル、マーガリン、動物性油脂などから成り、高いエネルギー源となる (100ml のオイルで 900 カロリー)。

バター、クリーム、植物性油脂と植物性マーガリンは特性が異なるため区別する。

バターは動物性の油脂であり、その脂肪は不可欠な脂肪酸をあまり含んでいない (組織に吸収されにくい)。バターはあまり好ましくない動物性脂肪、即ち高いコレステロール値と飽和脂肪酸を含んでおり、大量に摂取すると心臓血管系疾患を誘発する可能性がある。他方、ビタミンAの補給のためには十分な量を摂取する必要がある。

バターは常に生のままで消費しなければならない。あまり熱しすぎると消化が悪くなり有害になる。

植物油は穀類や果実 (ヒマワリ、オリーブ、とうもろこし、大豆、菜種、ブドウの種...) を絞って抽出したものであり、量的にも質的にも必要不可欠な脂肪酸を含んでおり、その効能を活用すべきである。

注意：特に揚げ物をするときなど、包装に記された油の限界温度を超えないように注意する必要がある。温度が 180 度を超えると油が質が低下し有害になる。

★ オイル (油) の選択

- ① 揚げる場合→落花生 (arachides)、ナツメヤシ (palme)、ココナッツ

② 調味、味付け→大豆、オリーブ、とまとこし、菜種、ヒマワリ・・・

I-1-6 グループ6-糖類

このグループは砂糖、ジャム（ママレード、ゼリー）、蜂蜜及びチョコレートである。

これらの食品のとりすぎはいけませんが、一日の総摂取カロリーの10%を超えなければ摂取可能である。

乾燥野菜をこのグループに分類したが、これは乾燥野菜が糖分に富み（100g中70g）、エネルギー的にスポーツ選手にとって有用だからである（100gで270～300カロリー）。更に乾燥野菜はミネラル特にカリウム（potassium）の補給源である。

I-1-7 グループ7-飲料

このグループは水、芳香飲料（コーヒー、紅茶）、果実ジュース、アルコール飲料である。

(1) 水

水が必要不可欠な飲料であることは言うまでもない。水は身体組織をリフレッシュし水分補給を行う。我々はレース時又は回復時におけるミネラルの含有率が異なる様々な種類のミネラルウォーターの利用法をみていく。

トレーニング期間は水道水を含むあらゆるタイプの水を大量にとる必要がある。

単糖の過剰消費リスクのない芳香性ミネラル・ウォーターが販売されるようになっている（Volvic aromatisée、Vittel、Perrier、Badoit）。

(2) 芳香性飲料

コーヒーや紅茶はカフェイン、テインという良質な強壮成分を含んでいるが、砂糖の入れすぎに注意が必要である。

(3) 果実ジュース、果実シロップ、ソーダ

これらの飲料は豊富な糖質（炭水化物）によってエネルギーを補給する。果実の効能を活かすために100%の純粋な果実ジュースを飲むことが望ましい。ソーダには注意が必要である。何故ならソーダは果実ジュースとは栄養価が異なり、多量の糖分を含んでいるために長期に飲み続けると胃腸性の疾患を誘発する可能性がある。

(4) アルコール飲料

アルコール飲料はエネルギーを補給するが、筋肉にとって有用でない。しかし、レース期間以外での少量のワイン（一日1/4リットル）は禁止されない。

I-2 スポーツ選手の必要量

栄養補給の質的側面をみたので次は量的な側面をみることにする。

★ Tableau 1 は栄養成分ごとの一日の望ましい摂取必要量（男女別）を示している。

★ Tableau 2 は食品ごとの1日当たりの配分量（望ましい摂取量）を示している。

この表を使って一日の食品の配分量を割り出し、食事のメニューを決定することができる。

★ Tableau 3 に食事配分（内容）の例を示した。

★ Tableau 1 : 栄養素ごとの一日の望ましい補給量 (男女別)

栄養素	エネルギー供給率	望ましい補給量	
		(男子)	(女子)
エネルギー		3500 ㇿ	2800~3000 ㇿ
蛋白質	12~15%	105~132 g (動物性蛋白)	90~110 g >植物性蛋白)
脂肪	30~35 g	116~135 g	95~112 g
炭水化物	50~55%	435~480 g	360~400 g
水	1m l = 1 ㇿ	少なくとも 2 リットルの 水を含めて 3.5 リットル	少なくとも 1.5 リットル の水を含めて 3 リットル
塩分、ミネラル		鉄 分 : 15mg カルシウム : 1500mg マグネシウム : 580mg	鉄 分 : 20mg カルシウム : 1500mg マグネシウム : 580mg
ビタミン		C : 100~200mg	C : 100~200mg

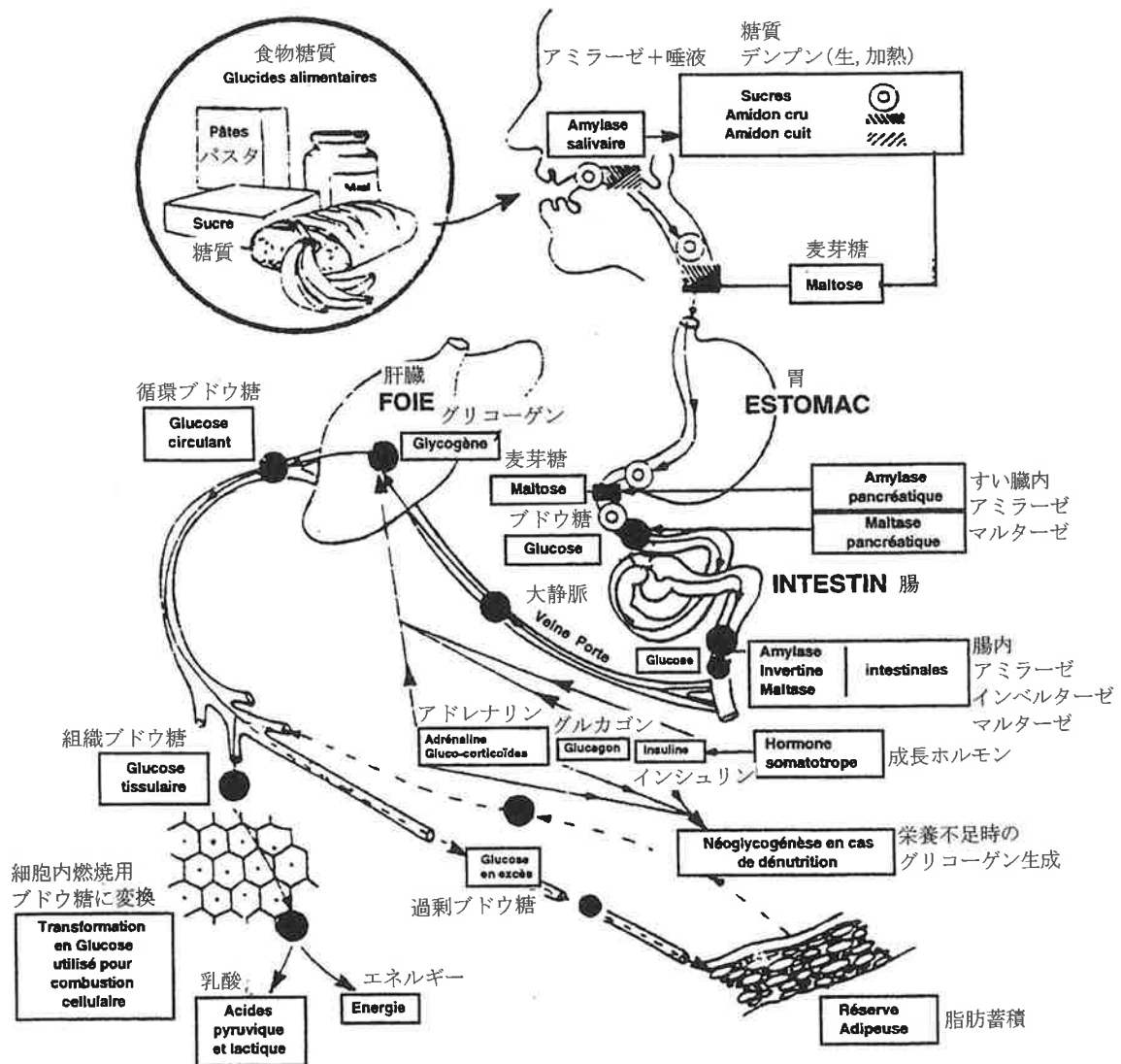
1 回の食事の各栄養素の量的配分

RÉPARTITION QUANTITATIVE JOURNALIÈRE DES ALIMENTS

栄養素 ALIMENTS	HOMMES 男子					FEMMES 女子				
	量 Quantité g	タンパク質 Protide g	脂質 Lipide g	炭水化物 Glucide g	カロリー Calories カロリー	量 Quantité g	タンパク質 Protide g	脂質 Lipide g	炭水化物 Glucide g	カロリー Calories カロリー
Lait 牛乳	400	14	13,6	20	280	400	14	13,6	20	280
Fromage (moyenne) チーズ	60	14,9	14,1	1,7	201	30	7,4	7	0,8	100
Vianes ou poissons 肉又は魚	300	60	30		510	250	50	25	-	425
Oeufs 卵	1/2	3,5	3		38	1/2	3,5	3	-	38
Pain パン	300	21	2,4	165	750	250	17,5	2	138	625
Céréales et farines シリアル	30	2,7	0,4	22,5	106	30	2,7	0,4	22,5	106
Pommes de terre ジャガイモ	400	8	0,4	76	344	300	6	0,3	57	258
Légumes verts 緑黄色野菜	500	6	1	30	160	400	4,8	0,8	24	128
Agrumes 柑橘類	150	1,5	0,3	13,5	66	150	1,5	0,3	13,5	66
Autres fruits その他果実	150	0,5	0,5	18	78	150	0,5	0,5	18	78
Beurre バター	30	0	25,2		228	20	0	16,8		152
Huile オイル	20	0	20		180	15	0	15		135
Margarine マーガリン	15	0	12,6		110	15	0	12,6		110
Confiture ou miel ジャム又は蜂蜜	50	0	0	35	140	50	0	0	35	140
Sucre 砂糖	50	0	0	50	200	30	0	0	30	120
Vin à 10° = 4% cal. ワイン	250	0	0	0	140	150	0	0	0	84
TOTAL 1 日のカロリーパーセンテージ %age des cal.journ.		132,1 15 %	123,5 30 %	431,7 51 %	3531		107,9 15 %	97,3 30 %	358,8 52 %	2845

★ Tableau 3 : 食事配分（メニュー）の例

食 事	第 1 回分	第 2 回分
朝 食	セリアルと牛乳 紅茶又はコーヒー（砂糖少々） 焼いたパン又はビスケット バター、ジャム又は果実のシロップ煮 果実ジュース又は果実	ハム（冷肉 1 枚）、卵又はチーズ 1 切れ 焼いたパン又はビスケット バター、ジャム又は果実のシロップ煮 紅茶又はコーヒー（砂糖少々） 果実ジュース又は果実
昼 食	生野菜又はビネガー入り加熱野菜 肉 1 又は魚 1 デンプン質食材 1 又は緑黄色野菜 1 チーズ 1 生鮮又は焼き果実 1	同 左
おやつ	紅茶又はコーヒー（砂糖少々） パン、ビスケット又はクッキー チーズ又はヨーグルト（又は紅茶の代 わりに牛乳 1 杯）	牛乳又は果実ジュース 紅茶（砂糖少々）＋チーズ パン、ビスケット又はクッキー
夕 食	野菜入りスープ 肉、魚又は卵料理 緑黄色野菜 1 又はデンプン質野菜 1 （昼食を参照） サラダ 1 又は果実 1 牛乳とアントルメ（デザート） 1 又はチーズ 1	野菜入りスープ 緑黄色野菜 1 又はデンプン質野菜 1（昼 食を参照） サラダ 1 又は果実 1 牛乳とアントルメ（デザート） 1 及びセリアル



SCHEMA 1

すべての者が実践可能かつ利用可能な方法でバランスのとれた食事をとることができるようにするために毎日の食事の決定に適用できる以下の公式が存在する。

$$「4 : 2 : 1 = G : P : L」$$

4 : 2 : 1 は各栄養素の比率を示しており、毎回の食事でこの比率を遵守しなければならない。

G : 炭水化物 (糖質 ; glucides) の仲間

P : 蛋白質 (protides) の仲間

L : 脂肪 (lipides) の仲間

★ 炭水化物 (糖質) の比率が「4」

このうち、

- ・「1」は生野菜・果実 (ビタミンC、カロチン、ミネラル)
- ・「1」は生野菜・果実 (繊維、ミネラル)
- ・「1」は穀物 : コメ、パスタ、馬鈴薯等 (多様な糖類、ビタミンB、マグネシウム)
- ・「1」は甘味類 (単糖 : すぐにエネルギー源として利用できる)

★ タンパク質の比率が「2」

このうち、

- ・「1」は非乳タンパク（アミノ酸、鉄、リン）
- ・「1」は乳タンパク（アミノ酸、カルシウム）

★ 脂肪の比率が「1」

このうち、

- ・「1/2」は肉、卵などの動物性脂肪（ビタミンA、飽和脂肪酸）
- ・「1/2」は植物性又は海洋性脂肪。この脂肪の比率は動物性脂肪より高くしなければならない。

この種の脂肪は心臓血管系疾患の予防の効果がある。

この比率は人によって変えることができるが、皆食品の摂取量（比率）がほぼ同じような食習慣を有している。

「4 : 2 : 1 = G : P : L」の配分の遵守が必要である。

以下の表はこの公式を朝食（特に重要な食事）に当てはめたものである。

食 品	G (炭水化物)	P (蛋白質)	L (脂肪)
果実ジュース (生野菜・果実)	1		
パン (デンプン)	1		
バター (動物性油脂)			1/2
冷肉 (非乳タンパク)		1	
果実のシロップ煮 (生野菜・果実)	1		
牛乳 (乳タンパク)		1	
砂糖 1~2 片 (糖類)	1		
マーガリン (植物性油脂)			1/2
バランスのとれた食事 + 水 (コーヒー、紅茶)	4	2	1

II レース期間の栄養補給

スポーツ選手の栄養補給（食事）はその活動のタイプに適合していなければならない。レース期間中はその負荷運動によってエネルギーを損失するため、栄養補給によってその損失を補償し運動による疲労を回避する必要がある。

ボートレースの時間は相対的に短いが運動強度は高い。増加が必要な補給成分は以下のとおりである。

- ・水分
- ・炭水化物
- ・ミネラル及びビタミン

蛋白質と脂肪を無視することはできないが、トレーニング期間中に多彩かつバランスのとれた食事をとっているのであればそれほど心配する必要はない。

第1部では食品による3種の基礎的な必要量の補償の方法を取り扱う。第2部ではレース時刻に応じた食事の内容及び回復期間中の栄養補給という個別問題を取り扱う。

II-1 水分必要量

肉体運動は熱を産出させ、高温高湿度の環境下での高強度の運動はより多くの熱を産出させる。

しかし、体温の上昇は身体組織に有害なために早期に抑制される。汗の産出は身体組織を冷やす有力な方法である。しかし、失った水分は運動能力を阻害する。

スポーツ選手は普通の活動をしている人以上に損失した水分を補給するために水を飲む必要がある。

る。

「のどが渇く前に水を飲む。」

これが身につけるべき良い習慣である。この章ではスポーツ選手の水分補給方法のみを取り上げ、詳細は水分補給の章で取り上げる。

★ 水分補給量

カロリー所要量が大きいほどたくさん水を飲む必要がある。1 カロリーは水 1ml を要する。

→男子：315ml 以上

→女子：218ml 以上

この水分の半分以上は飲料によって補給しなければならない。

スポーツ選手の場合は水分補給量を細分化しなければならない。何故なら運動中は胃の消化速度が鈍り、胃の内容物の滞留が鼓腸 *bilaonnement*、嘔吐 *vomissement*、心肺機能の低下を招くからである。

15 分ごとの水分補給量が 100~200ml (マスタード瓶一杯) を超えてはいけない。

レースよりも長時間の運動を行う練習時特に気温や湿度が高いときは出艇中にいつでも水分をとれるようにする必要がある。

レース期間中この助言に従うならばレース発艇 30 前には水分(食事も)をとることを止めるべきである。

★ 何を飲むのか。

唯一かつ不可欠な飲料は「水」である。

水は身体組織に必要なミネラルを供給する。いくつかの状況ではミネラルを豊富にすることができる。

練習が長時間かつ涼しい中で実施されるならば、蜂蜜 (30 g = 蜂蜜スプーン 1 杯) などによって 1 リットルの水に 25~30 g 以下の糖質 (炭水化物) を加えることができる。果糖 (フルクトース: *fructose*) は僅かにインシュリンの分泌 (*secretion d'insuline*) を促し低血糖症 (*hypoglycemies*) を予防することができる。この後に血糖のトラブルなく健全な状態でレースに臨むための飲み物の成分を説明する。

1 リットルの水に 50 g を超える糖質をとってはいけない。何故なら密度の高い飲料は胃に滞留し胃もたれ (*pesanteurs*) を引き起こす。ブドウ糖が吸収されず何の役にも立たなくなる。

販売されている各種飲料には注意が必要である。これらの飲料には単果糖が 1 リットル当たり 150 g も入っているものがある。(角砂糖 30 個分)

暑いときに冷やしすぎた飲み物をとらないようにする必要がある (飲み物が胃に滞留する)。

理想的な飲み物の温度は 8~15 度である。

II-2 炭水化物 (糖質) 必要量

炭水化物のエネルギー的な役割はよく知られており、単純かつ高強度の運動時に筋肉が消費する主要なエネルギーの 1 つである。ブドウ糖は必要ときに直ちに利用でき、肝臓や筋肉に蓄積されたグリコーゲン (*glycogene*) が分解されてできる。肝臓の蓄積量はわずかで、炭水化物の過剰分は脂肪組織 (*le tissu adipeux*) にストックされる。

炭水化物 (糖質) の補給量が競技選手の必要量を満たしているか又は過剰でないかを監視する必要がある。過剰な摂取は体重増加を招く。

● 炭水化物 (糖質) 補給の質的・量的側面

栄養補給は量的にそして質的にスポーツ選手の必要に適合していなければならない。

すべての炭水化物系（糖質系）の食品が同じ成分、効果をもっているわけではない。この違いは消化方法によって生じる。

★ 単糖質 (les glucides simples)

単糖質は少しばかりの変化の後グリコーゲンの形で直接吸収され、直ちにエネルギーを供給する。

★ 複合糖質 (les glucides complexes)

複合糖質はパンや穀物などによって補給されるが、胃腸による消化が遅いほか、糖質の消化吸収により多くの時間がかかる。

しかし、注意が必要である。糖質の吸収は食事の内容に依存する。糖質をタンパク質や脂肪をいっしょにとった場合その吸収は少しずつ行われる。

ブドウ糖 glucose の利用はインシュリンの働きと密接に関係していることを知る必要がある。単糖質（角砂糖、飴）の急激な吸収はインシュリン分泌の急上昇を招き体調不良を伴う低血糖を生じさせる。反対に複合糖質の場合はインシュリンの分泌は緩やかかつ持続的であるため正常な血糖値を維持することができる。

スポーツ選手の糖質の所要量は男子で 480 g、女子で 400 g であり、エネルギー供給量の約 55% を賄う。ただし、単糖質はエネルギー供給量の 10～15%、男子で 100 g、女子で 80 g を超えてはいけない。

これらの糖質の大部分は調味料、ジャム、蜂蜜の形で補給される。以下の表に主な食品に含まれる糖質含有量を示す。この表の数値から単糖質は急速な必要量の充足を達成することに気付く。

スポーツ選手は主にパン、パスタ、穀物（コメ、とうもろこし・・・）などの形態で複合糖質を摂取する必要がある。複合糖質は身体組織のバランスを崩すことなくエネルギーの必要量を供給できる。

★ 糖類食品の平均糖質供給量

糖類食品	平均摂取重量 g	糖質供給量 g (サッカロース saccharose)
角砂糖 No.4	5	5
粉砂糖 1 袋	10	10
ジャム 1 パック	25	12
チョコレート 1 本	30	18
チョコレート 1 片	7	4
キャンデー	5～7	5～7
ビスケット 7～10 枚	20～40	5～8
パン・デピス 1 枚	15	6
タルト	140	28～45
菓子パイ	130	20～30
ミルフィーユ	100	31
カスタードパイ	100	24
砂糖入りヨーグルト	125	12
果実ヨーグルト	125	20
アイスクリーム	50	8～11
果実シロップ漬け	80～100	13～16

Ⅱ-3 ミネラル、微量成分 (oligo elements)、ビタミンの必要量

これらの成分はしばしば魔法のような働きをし、身体機能の正常な働きにとって不可欠なものである。代謝の活性による身体活動及び発汗はこれらの成分の必要量を増大させる。ただし、タンパク質、脂肪、炭水化物と異なりこれらの成分はエネルギーを供給しない。

Ⅱ-3-1 主要なミネラル類の検討

★ ナトリウム (sodium)

ナトリウムは主に調理用食塩によって供給され、身体の水分の移動を規律する。ナトリウムは高温多湿な環境下での発汗によって失われる。

トレーニングは重要な要素である。何故なら高い強度のトレーニングの際身体は汗の中にナトリウムを集積させることにより最小限のナトリウムを損失させるからである。

実際に高温多湿な環境下で高い強度の練習を行うと 1 リットル当たり 1g (ナトリウム 400mg 相当) を超えない範囲で汗の水分に塩類が集積する。

多彩な食事はナトリウム所要量の均衡化を可能とするが、ナトリウムはすべての食品に含まれており、しばしば取りすぎる傾向にある。

レース直後のミネラルウォーターの摂取によってナトリウムの蓄積を回復させる必要がある。

★ カリウム (potassium)

カリウムの働きはナトリウムと反対であるが、この 2 つの成分の働きによって身体組織は水分の移動を制御する。高温多湿な環境下での高強度な運動はカリウムの必要量を増加させる。しかし、多彩かつバランスのとれた食事によってカリウムの必要十分な量が補給される。

カリウムの主な補給源は以下のとおりである。

→乾燥野菜・果実

→生鮮野菜・果実

→食肉、魚、卵

★ マグネシウム

マグネシウムの不足は特に女性にしばしばみられる。マグネシウムの不足は疲労、心配性さらには強縮症 (tetanie) を引き起こすためにその兆候を察知することができる。

スポーツ選手の望ましいマグネシウムの摂取量は 1 日 600~700mg であるが、この量の摂取のためには乾燥野菜、穀物、特にパン、コメなどの精製していない食品を食べる必要がある。Vittel、Hepar などのいくつかのミネラルウォーターも相当量のマグネシウムを供給する。

単糖類の取りすぎはマグネシウムの消失を増加させるほか、アルコールやたばこはマグネシウムの必要量を増加させることに注意する必要がある。

★ カルシウム

カルシウムは骨の形成及び筋神経の興奮の規律化に関与する。カルシウムは子供の調和のとれた成長に極めて重要な役割を果たす。

青少年選手のカルシウムの補給には特別な注意が必要であり、1 日当たり 1000~1200mg の摂取が必要である。

特に重要な食品は乳製品であり、青少年は毎回の食事で乳製品を食べるとともに、1 日当たり少なくとも 1/2 リットルの牛乳+チーズ、ヨーグルト、アントルメ (チーズの前に食べるデザート) の 1 種) をとる必要がある。

★ リン (phosphore)

リンはカルシウムと関連しており、過剰なリンの摂取はカルシウムの吸収を妨げる。リンは骨の形成、神経細胞の正常な機能、さらにはエネルギー供給にとって不可欠である。何故ならリンは

ATPの構成要素であるからである。

リンの必要摂取量は1日当たり800~1000mgである。カルシウム／リンの比率はこの2種のミネラルの吸収の最適化のために1又は1以上に維持する必要がある。

リンはあらゆる食品に含まれていることから補給上の問題はない。

★ 鉄分

鉄はヘモグロビンの構成要素の1つであり、身体細胞への酸素の運搬の役割を担う。

鉄分不足は拡大しており、特に生理によって血液を損失する女性に多くみられる。

食品ごとの鉄分の吸収量は同じではない。

★ 動物性食品の鉄分：ヘミン鉄 (fer heminique) を呼ばれる鉄分で20~25%が吸収される。

★ 植物性食品：非ヘミン鉄で0.5~5%が吸収される。

鉄分の吸収は食事の構成要素に依存している。非ヘミン鉄（植物性食品）は柑橘類 (agrumes) などの酸性食品といっしょに食べればその吸収量は3倍になる。

女子選手は少なくとも毎週1回肝臓（レバー、フォアグラなど。鉄分が豊富）を食べるとともに十分な量の肉を食べる必要がある。

ほうれん草は評判ほどに鉄分が豊富ではなく、かつ、吸収（1%程度）が悪い。

II-3-2 微量成分 (oligo elements) 及びビタミン類

これらの成分の主要なものは以下の表のとおりである。

★ 主な微量成分

	1日補給量	1日吸収量	最低必要量	身体の総量
鉄 fer	5-10mg	0.5-1mg	0.05mg/kg	4.2g
亜鉛 zinc	15-20mg	10-15mg	4-6mgFer	2.3g
銅 cuivre	2-5mg	0.6-1.6 µg	30 µg/kg	80mg
マンガン manganese	1-20mg	100 µg	0.14mg/kg	15mg
モリブデン molybdene	500 µg		120 µg	9mg
クロム chrome	100 µg			1.5mg
コバルト cobalt	150-400 µg		VitB 121/日	1.4mg
セレンウム selenium	60-150 µg	40-80 µg	10 µg	21mg
ヴァナディウム vanadium	1-4 µg			21mg
スズ etain	3-10 µg			30mg
ニッケル nickel	300-600 µg		50 µg	0.4mg
ヨウ素 iode	200 µg	200 µg	0.05-0.1mg/kg	36mg
フッ素 fluor	1mg	1mg	1mg	2600mg

★ 主なビタミン類

種類	供給源	役割
A	魚の肝臓（レバー）、動物の肝臓、卵の黄身、牛乳脂肪、野菜特にニンジン、ほうれん草、杏子、メロンなどカロチンを多く含む果実（カロチンはビタミンAを合成する）	視覚の代謝に関与。皮膚及び粘膜（muqueuses）の保護にとって重要
D	魚の肝臓、卵の黄身、食肉、穀物、植物性油	骨格（squelette）の正常な発育を保証するカルシウムとリンの代謝を規律
E	植物性油、肝臓、穀物の胚（germe）、緑黄色野菜、卵、牛乳、バター）	ビタミンEを豊富にとると様々な重要な物質の酸化を防止し細胞代謝にとって重要と言われている。
K	緑黄色野菜（ほうれん草、キャベツ）、馬鈴薯、肝臓、果実（いちご、トマト）	止血効果（antihemorragique）。血液の凝固（coagulation）に関与する。
C	すべての果実、野菜、サラダ、肝臓	抗壊血病効果（antiscorbutique）。身体組織の防御機能を助ける。
B1	肝臓、牛乳、卵、酵母、穀物の胚、野菜、果実、魚	脚気防止（antiberique）。糖質代謝にとって重要
B2	肝臓、牛乳、卵、酵母、穀物の胚、野菜、果実、魚	炭水化物、脂肪、タンパク質の代謝にとって重要。細胞機能に必要なエネルギーの供給に参加する。
B6	肝臓、腎臓（rognons）、脳、肉、穀物、緑黄色野菜、果実（バナナ、レーズン、スモモ）、酵母（levures）	タンパク質、活性酸素の代謝にとって重要
B12	肝臓、腎臓、卵の黄身、貝類（牡蠣、アサリ）	貧血防止（anti-anémique）。数多くの酵素反応に関与。タンパク質、核酸の合成に不可欠。

種類	供給源	役割
P P	肝臓、肉、腎臓、果実、魚、穀物、野菜、酵母、ビール	細胞代謝に不可欠なエネルギー産出要素の1つ。
パントテニック酸 acide pantothen ique	肝臓、腎臓、肉、卵の黄身、酵母、野菜（馬鈴薯、キャベツ）、果実	粘膜、皮膚、髪などの組織の活動を促進する。
H	肝臓、野菜、キノコ、穀物、油糧種子（クルミ、ピーナッツ）、チョコレート、卵の黄身、牛乳）、	細胞内の様々な生物化学反応に関与する。
葉酸 acide folique （貧血の特効薬）	肝臓、肉、穀物の胚、野菜（ほうれん草、カリフラワー、インゲン、グリーンピース）	細胞の再生産と核酸の形成に必要

● 結論

内臓、穀物、野菜、果実、魚、貝類、肉などから成る多彩な食事は通常の条件での必要量をカバーするに十分な量のミネラル、微量成分、ビタミンを供給する。

これらの成分は壊れやすいため、たばこやアルコールはやめるべきである。何故なら酒やたばこは微量成分の必要量を増加させ、身体組織中の蓄積を減少させるからである。

Ⅲ レースのための栄養補給

栄養補給は選手がレースに向けた準備を順調に行うことを可能にする。しかし、レース用の栄養補給はトレーニング期間における不良な食事を補うことはできないことを知る必要がある。良好な栄養補給の利益は中長期的なものである。

Ⅲ-1 レース前日

デンプン質食材 (feculents) といっしょに通常の食事をとる必要がある。

● 典型的な食事

- ・ スープ (緑黄色野菜やデンプン質食材入り)
 - ・ 肉、魚又は卵
 - ・ デンプン質食材 (パスタ、コメ、馬鈴薯等)
 - ・ サラダ又は果実
 - ・ アントルメ (デザート) 又はヨーグルト
 - ・ パン
- もちろん、レースに勝つために必要な生活衛生規則を忘れてはいけない。
- ・ 静かに座って食べる。
 - ・ よく噛む (mastiquer longuement)
 - ・ 早く寝る

Ⅲ-2 レース当日

遵守すべき規則は消化に 3 時間かかるという規則である。

レース前の最後の食事は消化がよくかつ十分な量を伴う必要がある。すべてのグループの食品が含まれていなければならない。

● レースが午前の場合

- ・ コーヒー又は紅茶 (砂糖少々)
- ・ バター入りタルト
- ・ ジャム又は蜂蜜
- ・ 脂肪の少ないハム、鶏の卵又は冷肉
- ・ チーズ
- ・ コメ又は牛乳のお菓子+穀物
- ・ 果実又は果実ジュース

生のパンは消化が悪く鼓腸 (ballonnement) を引き起こすことに注意が必要である。焼いたパン又はビスケットが好ましい。

以下にレース前に必要なエネルギーを補給するコメのお菓子の作り方を示す。

★ 「フルーツとコメのお菓子」

(材料)

- ・ 1/2 脱脂乳：150ml
- ・ 米粒：30g
- ・ 砂糖：20g
- ・ 卵の黄身：1
- ・ 果実（リンゴ、バナナ、ナシ、イチゴ等）：60g
- ・ 香料（バニラ、オレンジの花等）

(料理法)

コメを牛乳に浸し熱湯で2分間煮沸してから水を切る。牛乳を香料といっしょに沸かす。沸騰した牛乳の中にコメを入れ、弱火で蓋をして20～25分加熱する。加熱が終わったら砂糖の半分を加える。この中に薄く刻んだ果実を入れる。残りの砂糖を加熱してキャラメルをつくり、これを先ほどの中に加える。オーブンで6～10分加熱し、型から取り出してから冷やす。

● レースが午後にある場合

朝食は普通どおり。昼食は少なくともレース3時間前に取る。昼食には以下の食材を入れる必要がある。

- ・ 生野菜
- ・ 肉、魚又は卵
- ・ デンプン質食材
- ・ チーズ
- ・ 果実
- ・ パン

● レースが午前、午後ともにある場合

- ・ 朝食はたっぷり取る。(内容は前掲)
- ・ 第1回目のレース後、体内の水分とミネラルを再構築するため Perrier, Vals, Badoit (ガス入りミネラルウォーターの銘柄) などの水を1/4又は1/2リットル飲む。
- ・ 昼食はデンプン質を含んだ通常のものとする。
- ・ 次のレースまでの間の低血糖 (hypoglycémie) が心配な場合は通常の血糖値を維持するために必要量を補給することができる。

「1リットルの飲み物」：1/2 ミネラルウォーター、1/2 果実ジュース (果汁100%)、蜂蜜をスプーン1杯加える。

ただし、15分ごとに100～200mlずつに分けて飲むようにする。

この種の栄養補給はシーズン中レースに最良の状態で臨むことを可能とする。

(FFSAコーチ研修用資料)

水分補給

(Hydratation)

I 練習での身体組織の反応

I-1 体温の上昇

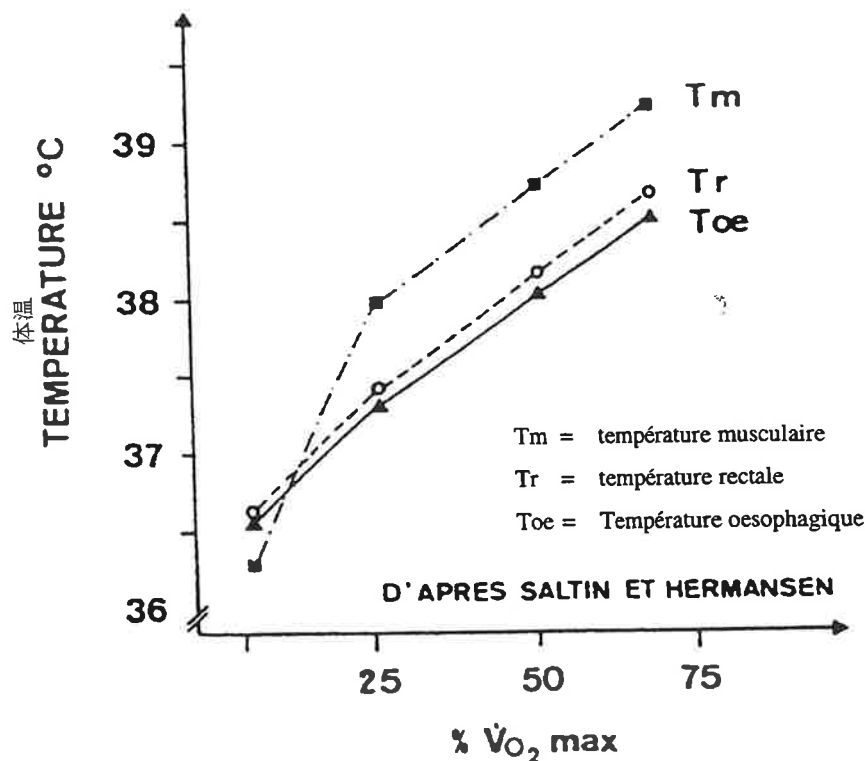
身体組織の力学的生産性は低い。何故なら仕事に消費、変換されるエネルギーは20~30%だけであり、使用されるエネルギーの80%は熱として放出されるからである。

この熱の生産は身体の体温調整システムが機能しないと2~3分ごとに1度にも達するが、練習強度とともに増大し、ガス交換強度が高くなるほど高熱(hyperthermie)になる。

練習における体温と $\dot{V}O_2\max$ の関係は実際線形である。

★ 体温 $\dot{V}O_2\max$ x の関係 (SALTIN と HERMANSEN の図)

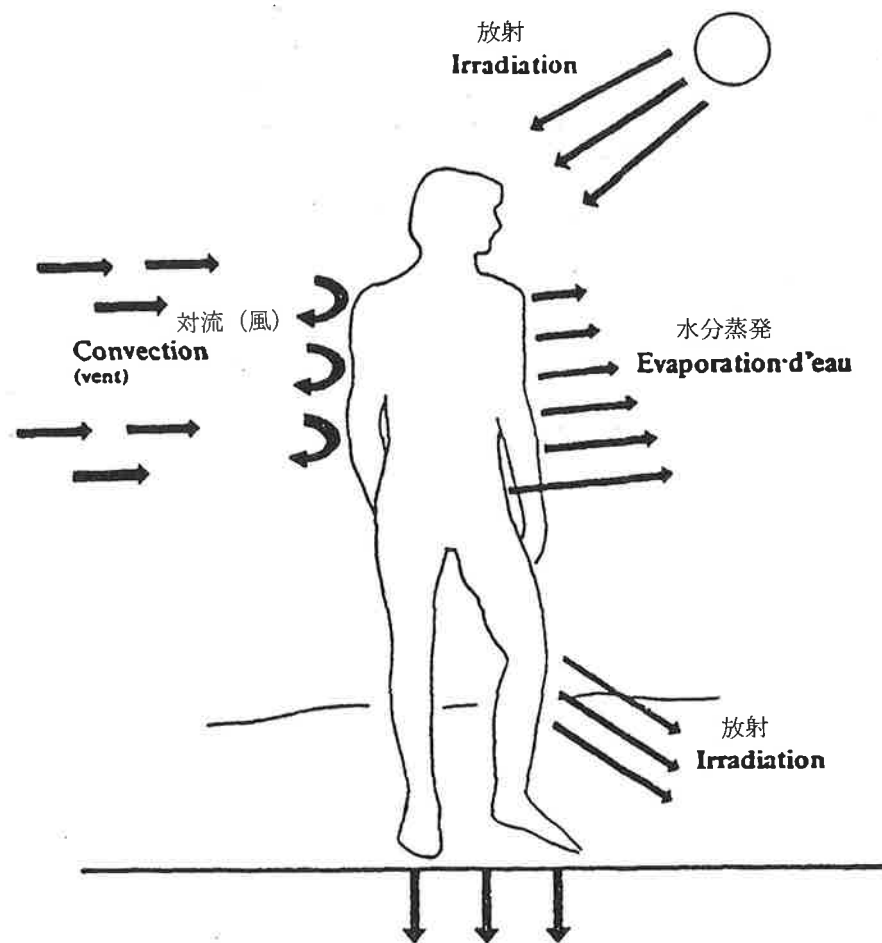
T_m = 筋肉の温度、 T_r = 直腸 (rectale)、 T_{oe} = 食道 (oesophagique) の温度



身体温度は急上昇せず、身体組織は代謝強度の変動にもかかわらず周辺との熱交換によって38~39.5度の間で体温を一定に保っている。

対流 (convection)、放射 (irradiation)、伝導 (enduction)、換気 (ventilation) によって熱の超過分を放出することは不可能であり、身体組織中にストックすることもできない (湿度 (hygrometrie) が高いときや寒いときは例外)

★ 外界との熱交換のイメージ図



LES ÉCHANGES AVEC LE MILIEU AMBIANT

I-2 発汗 (la sudation)

熱の過剰分は蒸発によって廃棄される。600 カロリーの熱の廃棄のためには 1 リットルの汗をかく必要がある。

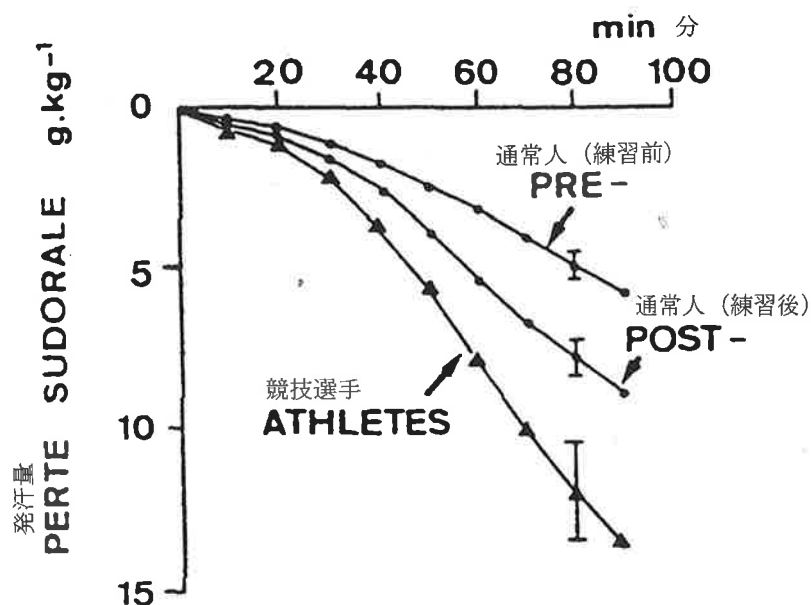
発汗の規模は以下に依存する。

- ・天候条件
- ・練習の強度
- ・個人の練習レベル

★ 発汗と天候条件

外気温	曇り (リットル/時)	晴れ (リットル/時)
5°C	0.3	1
20°C	1.4	2.2
25°C	1.8	2.6

★ 競技選手と通常の人（練習前と後）の発汗量の比較



II 発汗による損失

II-1 水分

身体重量の70%は水分である。つまり72kgの人の場合その50%が水分ということになる。この水分は身体組織に2つのコンパートメントに配分されている。

- ① 細胞の外側、血漿水でありその中で細胞が漂っている。
- ② 細胞の内部

バランスを保つためにこの2つのコンパートメント間の交換が常に行われている。発汗は身体組織の水分量を減少させるが、細胞外部の水分体積はできるだけ長く維持される。

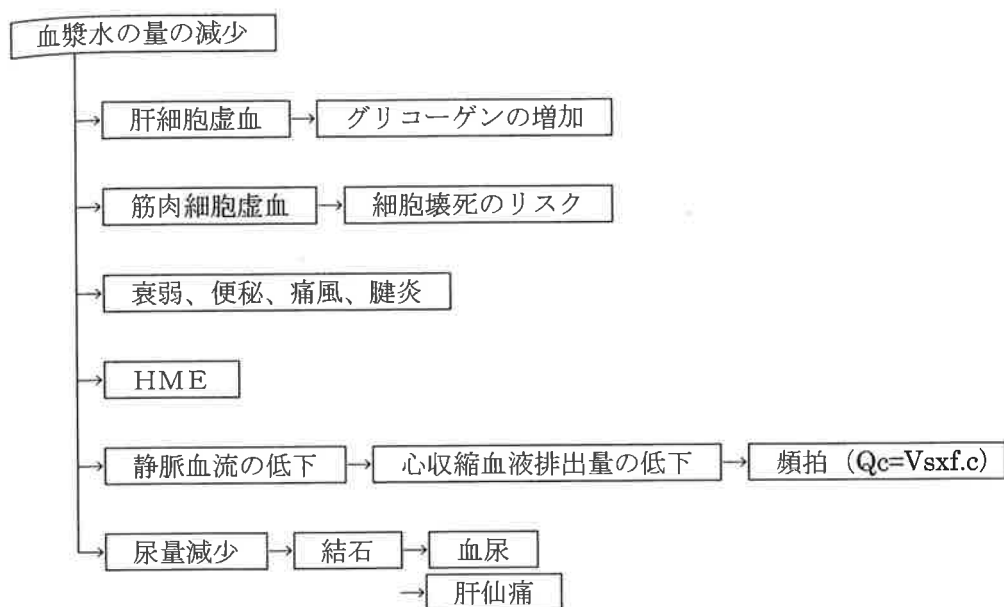
汗の水分は細胞内コンパートメントから抽出され、以下の表に要約するように細胞代謝レベルの重大な機能妨害を招く。

II-1-1 脱水症によるリスク

★ 脱水症 (dehydration) → 事故を発生させる。

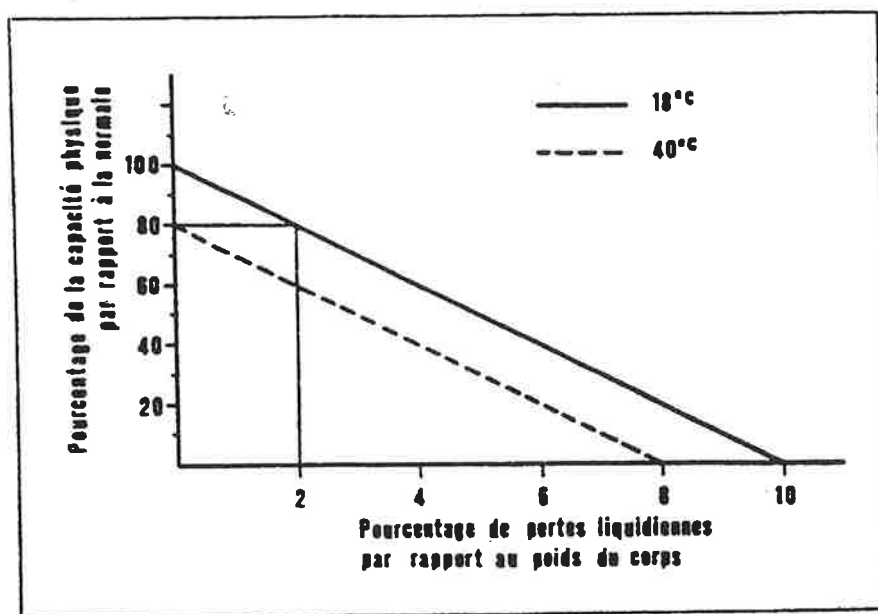
- (1) 軽症 (benins) : 筋肉トラブル、衰弱 (asthenies)、痛風 (goutte)、頻拍 (tachycardie)、便秘 (constipation)、腱炎 (tendinites) . . .
- (2) 重症 : 腎疾患 renales (腎臓結石痛、胆石痛)、悪性高熱 (20~30%致死)

★ 血漿水の量の減少による機能障害



★ 水分損失による身体的仕事能力の低下 (L. HERMANSEN)

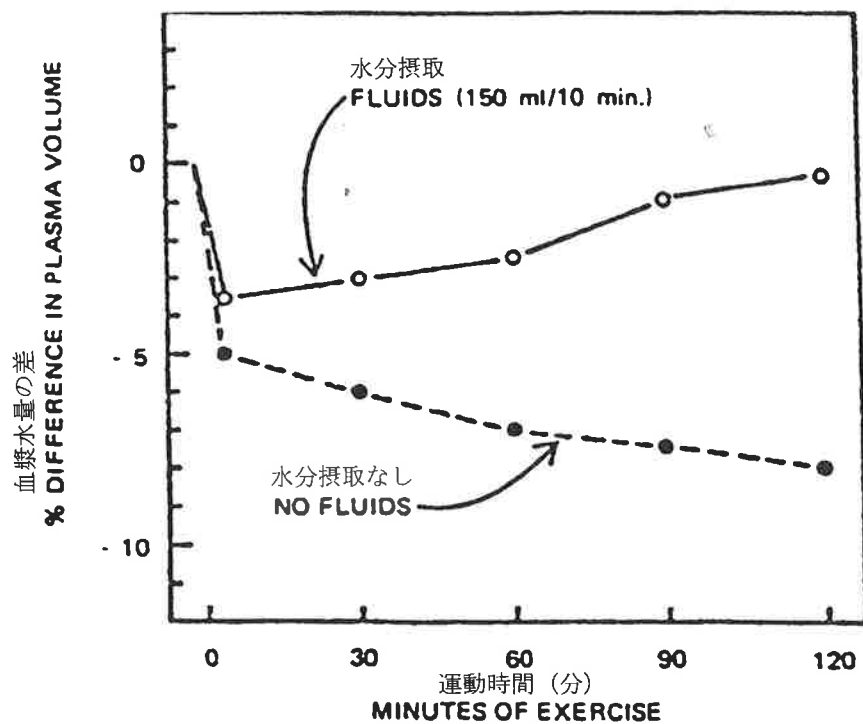
縦軸：通常時に対する身体能力の割合 (%)、横軸：体重に対する水分損失割合 (%)



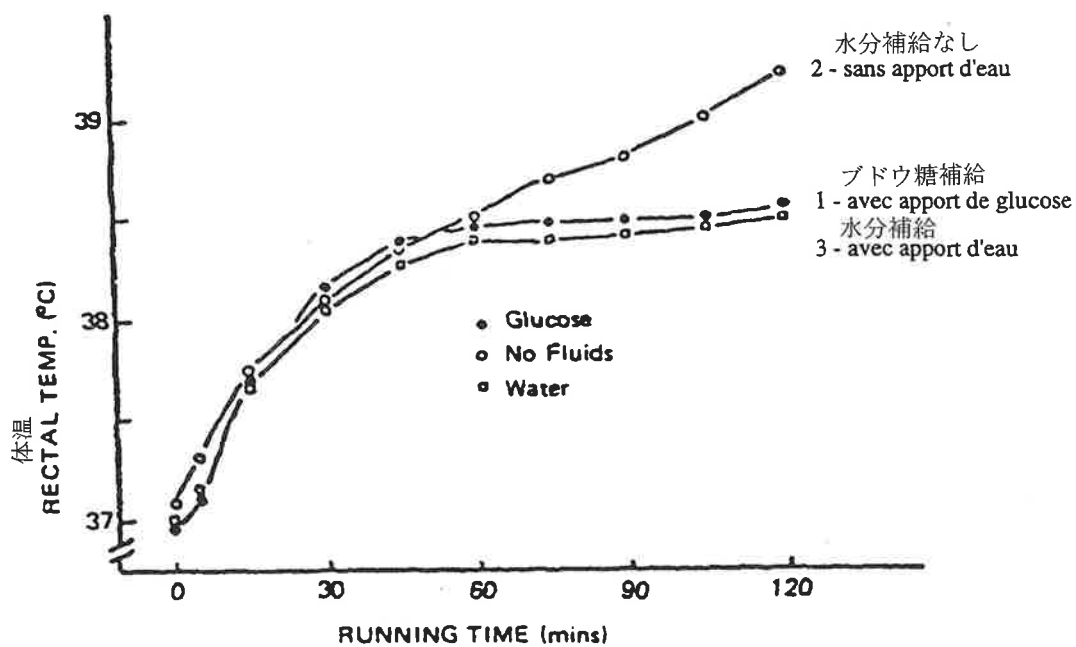
Influence des pertes liquidiennes sur la capacité à l'effort physique (L. HERMANSEN).

II-1-2 水分損失の補償義務

- ★ 血漿水の量の回復～2時間の自転車運動（気温 37.5°、湿度 35%）後の水分摂取による血漿水量の改善への影響～

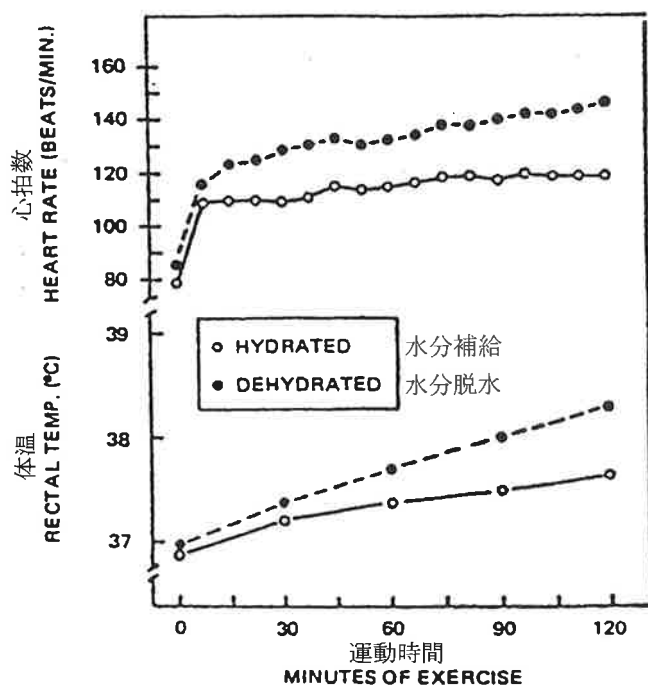


- ★ 体温の上昇～6人のマラソン選手による2時間レース後の水分摂取による体温改善への影響～



- ★ 心拍数の低下～2時間の自転車運動後の心拍数及び直腸体温への脱水の影響、非検者は運動前に体重の2～4%相当の水分を脱水させた。(CLAREMONT)

pour faire chuter la fréquence cardiaque



Effets de la déshydratation sur la fréquence cardiaque et la température rectale lors d'un travail de 2 heures sur bicyclette. Les sujets avaient subi une déshydratation représentant 3 à 4 % de leur poids corporel avant l'exercice "déshydraté" (CLAREMONT).

II-1-3 水分損失の補償手段

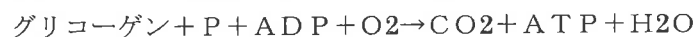
高強度の運動時には体内水分 (eau d'origine exogene) では不十分である。マラソンでは発汗により4～5リットルが失われる。

水分の生産は以下の反応によって起こるが、合計しても600ml/時間にしかない。

→ブドウ糖の燃焼では200ml/時間



→グリコーゲンの燃焼では400ml/時間



1時間で2リットル程度の発汗を伴う高強度の運動時の水分負債は約1400ml/時間になる。

体内水分の50%は食料摂取によって獲得され、残りは様々な飲料の摂取によって吸収される。胃の水分吸収能力は低いため、血漿水として取り込むために水分は直ちに腸に送られる。

以下の3つの要素が胃の排泄のスピードに影響を与える。

① 飲料の温度

冷えた流体はより早く胃から排出され、腸での消化により熱交換が促進される。

② 摂取量

胃の排泄は摂取量(600mlまで)が多いほど多くなる。しかし、満タンの胃は呼吸筋を圧迫阻害する。したがって、10～15分ごとに150～200mlの飲料を摂取することが望ましい。運動強度が高くなると胃の排泄スピードが低下する。

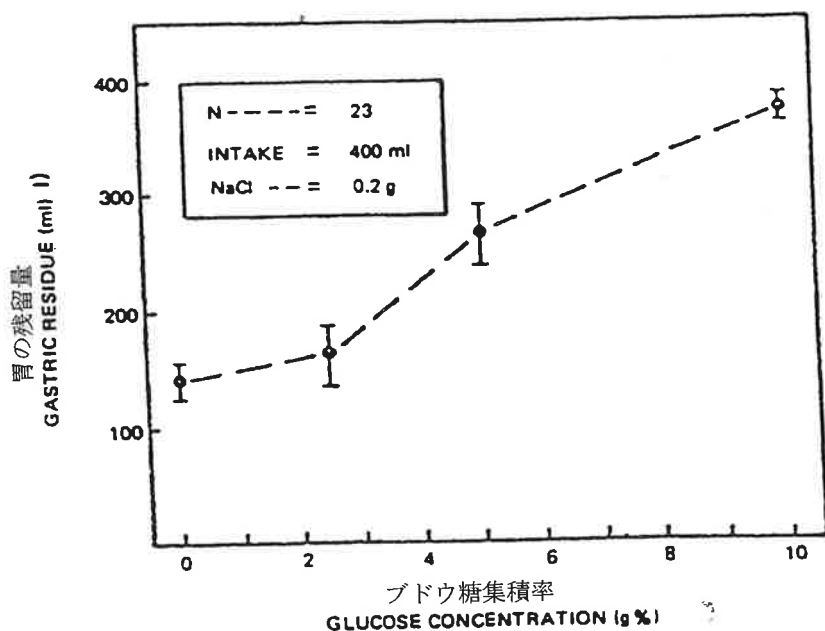
③ 糖含有量

砂糖入りの溶液の吸収は身体組織にグリコーゲンを蓄積するためには魅力的である。しかし、糖分の集積は直接胃の排泄スピードに影響を与える。

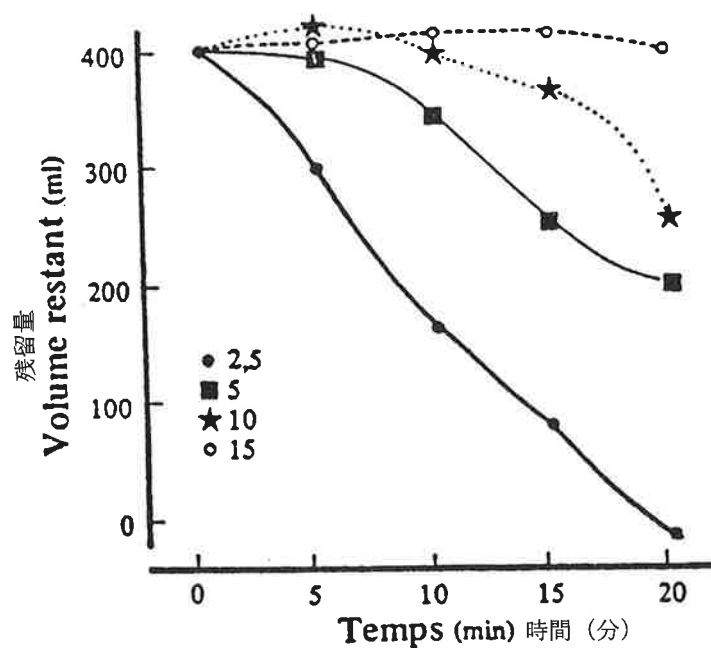
胃の排泄スピードは糖分集積が高いほど遅くなる。ブドウ糖 15% の溶液 (果実ジュースなど) の摂取時の胃の排泄に 120 分かかるのに対し、ブドウ糖 2.5% の溶液の摂取の場合胃は 20 分でからっぽになる。この数値は休息時に計測することができる。

★ 摂取溶液のブドウ糖含有率の胃の排泄速度に与える影響 (ブドウ糖集積率と胃の残留量との関係)

被験者はブドウ糖含有量の異なる溶液を摂取し、15 分後に胃の残留量を吸引機で回収・計測した (COSTILL)。



★ 糖分量の異なる溶液摂取後の胃の排泄速度



Rapidité de l'évacuation gastrique après ingestion de solutions sucrées à des concentrations différentes.

糖分集積量は 2.5% 以下にすべきである。この比率以下の溶液は胃によって早く排泄され、血液循環系統に早期に合流し、肝臓に運ばれる。

喉の渇きを覚えたときでは遅すぎる。水分負債が 500ml に達しないと喉の渇きを覚えない。以下の表のように喉の渇きは身体組織の必要としている水分量を適切に表していない。

体重の減少	喉の渇きによる補割合
200 g	水分負債の 95%
500 g	水分負債の 75%
750 g	水分負債の 50%

★ 「喉が乾く前に水分を補給する」

Ⅱ-2 塩・ミネラル

これらは運動神経の活動に重要な役割を果たす。特にナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム、塩化ナトリウム、リン酸カルシウムは電気的な負荷によって神経インパルスの発信・伝達や細胞活動・交換を誘発する。

臨床的にも塩分を抜いた食事は衰弱、神経疲労、カリウム欠乏（痙攣や心臓のリズムのトラブルを引き起こす）を引き起こす。

実際に運動の前に塩分やミネラルをとることは有益でない。何故なら身体組織をアンバランスにするからである。野菜、果実、乳製品を豊富に含んだバランスのとれた食事によりあらゆる欠乏症を回避させることができる。ただし、1 リットルの発汗は塩・ミネラルの損失を伴う。

後述する表をみると、よく鍛えられた競技選手の電解質 (electrolytique) の損失は通常の人に比べ軽微であることに気付く。したがって、塩、ミネラルの損失よりも水分の損失を補償する方がより重要である。しかし、運動神経的な疲労の症状が現れた場合（痙攣、倦怠感等）や暑い環境で練習を行った場合は塩、ミネラルの損失を補償する必要がある。この補償は以下の方法で行うことができる。

- ① 運動直後にミネラルを多く含んだ水 (VITTEL、HEPAR 等) を飲む。
- ② 夕食の食事に塩を入れる（スープなど）
- ③ 果実（100%）ジュースを飲む。コップ 1 杯のトマトジュース又は 250ml のオレンジジュースは 3 リットルの発汗で失うカリウム、カルシウム、マグネシウムを補給することができる。

★ 汗の電解質成分

塩・ミネラル	細胞外水分	休憩時	運動時 普通の人	運動時 競技選手
ナトリウム	3.25	1.85	1.38	0.92
塩素	3.70	3.10	1.50	1.00
カリウム	0.20	0.20	0.20	0.15
カルシウム	0.10	0.04	0.04	0.03
マグネシウム	0.04	0.01	0.01	0.01
合計	7.29	5.20	3.13	2.11

エネルギー強化飲料 (XL1, ASKAR、NERGISPORT 等) と呼ばれる複数の飲料は多くの場合塩・ミネラルだけでなく糖分をも補給する。

これらの飲料は歯科衛生士から酸多過症 (hyperacidite) のために「破滅の飲料」と呼ばれている。何故ならこれらの飲料が歯の隙間の虫歯菌に糖分を供給するからである。この種の飲料を利用

する場合は以下の点を遵守する必要がある。

- ・コープ 1 杯分を飲み、運動後に口を濯ぐ。
- ・練習前後にジェルで歯を磨く。
- ・筋肉運動を行うとき以外は糖分入りの飲料を飲まない。
- ・歯の痛みを感じたら医師に相談する。

★ 競技選手の飲料ガイド (COSTILL)

- 1 濃度が低くする (hypotonique、水にほんのひとつまみを入れる)
- 2 8～13° にさまして飲む。
- 3 砂糖は少なくする。(100ml の水に 2.5 g 未満)
- 4 少しずつ飲む (15 分ごとに 100～200cc)
- 5 おいしく飲む

(F F S A コーチ研修用資料)

ドーピング

(le dopage)

ドーピングは古くから運動量の超越を試みようとする人々によって行われてきた。5000 年前に中国人がエフェドリンを発見し、15 世紀に高地に暮らすインド人が宗教上の目的や興奮剤としてコカインを利用していた。何故なら「コカダ」(cocada) はコカの葉を吸引したランナーが駆け抜ける距離に一致した計測単位として使用されていた。

近代スポーツの勃興とともに、神秘的な飲み物は次第に麻薬の使用に発展しその技術も益々洗練されたものになっている。ポルドーワイン、馬肉、ビタミン B1、B6、C、強壮剤 (remontants) (あまり効果がないようにみえるが) は今や日進月歩で改良される薬用カクテルに置き換えられている。アンフェタミン (amphetamines)、鎮痛剤 (analgesiques)、同化促進剤 (anabolisants)、精神興奮剤 (psychostimulants)、副腎皮質ホルモン剤 (corticoides) を介添人の鞆の中に見つけることができる。1977 年の医学アカデミーのコミュニケーションの中で DEBLEDS 博士はスポーツ競技の中である種の物質や関連物質が使用されていることを発表した。

- ・重量挙げ→同化剤 (anabolisants)
- ・飛び込み→精神安定剤 (tranquillisants)
- ・射撃→芳香性アルコール
- ・スプリンター→アンフェタミン、精神興奮剤
- ・ラグビー→同化剤、アンフェタミン
- ・自転車競技→同化剤、精神興奮剤、副腎皮質ホルモン剤

アンチ・ドーピングの戦いは警備隊と盗人の歴史に似ている。絶え間ない策略と不正を見破る手段の使用との戦いである (ガスクロマトグラフィー、計量器、電子計算機等)。

ロサンゼルスオリンピックの際の調査は事態の重大さと大きさを明らかにした。198 人の選手に対し 5 年後に死ぬ危険があってもオリンピックのメダル獲得が保証されるならば丸剤を飲むかと質問したところ、103 人の選手が同意するとの答えた。

しかし、スポーツ界は我々の世界の鏡であることを忘れてはいけない。選手を被告席に座らせてはいけない。最近の研究は医学生 2 名に 1 名が試験期間中に興奮剤と精神安定剤を使用していたことを明らかにした。約 100 万人の米国人が闇市場でステロイド同化剤を 1 億ドルを払って調達しているとの推計もある。

ドーピングに起因する初めての死亡は 1896 年に遡るが、1967 年 7 月 31 日、ツールドフランスで Ventoux 山頂を走っていたサイクリスト Tom SIMPSON の死亡事故は問題の大きさを認識させるに十分な事件であった。この事故を契機に国はこの災いに対する対策を講じることを約束するとともに、国際オリンピック委員会 (C I O) は 1968 年のフランス・グルノーブルでの冬季オリンピックで初めてアンチ・ドーピング検査を義務付けた。

I 定義

1989 年 6 月 28 日付け法律 89-432 号並びに 1992 年 4 月 1 日付けデクレ (政令) 92-381 号及び 1991 年 8 月 30 日付けデクレ 91-837 号に基づくドーピングの定義は以下のとおりである。

「ドーピングとは故意又は過失により 1 又は複数の禁止治療物質、血液・その派生物の使用及びそれらの物質の検出を難しくするための化学的・生理学的・薬学的操作の使用をいう。」

この定義は 3 つの基本概念を示している。

ドーピングは

- ① 競技者の健康にとって危険である。
- ② スポーツ及び医学上の倫理に反している。
- ③ 法律及び規則によって禁止されている。

国際オリンピック委員会（C I O）はドーピングの定義の限界（ドーピングとみなす前にその物質の効果を証明しなければならない）を認識していたためその定義のためのテキストの起草を拒否してきた。現実にはC I Oが発表する禁止物質リストに掲げられた物質の使用をドーピングとみなしている（このリストは数多くの微量物質（分子）名だけでなくその物質の概念とも一致しているためしばしば議論を引き起こしている）。C I O医学委員会のDe MERODE 王子はドーピングとは以下の3つの基本原則の名において廃絶すべきものとした。

- ① 競技者の健康保護
- ② 医学倫理の遵守
- ③ すべての者への平等なチャンスの保持

II ドーピング主要物質

C I Oは6つの大分類を設定している。

II-1 興奮剤（刺激剤、les stimulants）

C I Oは注意力を増加させ疲労を削減し競争性と攻撃性を増加させる産品をこの項目に分類した。このグループはその化学構造及び使用によって以下の3つの仲間に分類できる。

II-1-1 交感神経作用性アミノ酸（les amines sympathomimetiques）

このグループの典型的なものはエフェドリン（マオウに含まれるアルカイド：ephedrine）であり約5千年前に中国人によって発見され「エフェドラ EPHEDRA」と呼ばれる低灌木地帯に自生している。エフェドリンはアドレナリンやアンフェタミンとよく似た分子構造をもっており、1924年にその構造が特定され、総合化学処理によって製造されている。薬学者が所有する数多くの薬品に含まれている。

- ・精神興奮剤（psychostimulante）
- ・昇圧剤（hypertensive：動脈の昇圧に使用）
- ・気管支拡張剤（bronchodilatatrice：喘息に使用）
- ・昇血糖剤（hyperglycemiant）
- ・血管収縮剤（vasoconstrictive：数多くの鼻炎薬に使用）

エフェドリンが無害であり投与量がドーピングに当たらないとしても、気付かないうちに消費した場合数多くの事故を引き起こす原因となる（頭痛 cephalée、動悸 palpitations、震え tremblements、不眠症 insomnie、短気症 irritabilité、精神錯乱症状 agitation voire délire 等）。エフェドリンは1966年6月10日付けデクレによって使用禁止物質リストに掲載された。しかし、消滅プロセス（正規曲線）の量的分析ができず、尿への集積も一定でない。

この微量物質はアンチドーピング検査のまさに花形である。何故ならエフェドリンは風邪の症状を和らげるための数多くのO.R.L.物質の中に存在するからである。販売されている物質の123種にエフェドリンが含まれ、147種には含まれていない。青年スポーツ省（MJSL）が後者のリストを作成している。

このほか、喘息や呼吸困難時に使用されるクラス擬態β₂の産品にも言及しておく必要がある。この産品は刺激剤とみなされる、エアゾルの形態による使用のみが許可されている（ALUPENT、BRICANYL、VENTOLINE）。

II-1-2 アンフェタミンとその派生物

アンフェタミン (amphetamines) の歴史は 1926 年に遡る。当時エフェドリンの価格が高騰したためカルフォルニアのアレルギー学者がエフェドリンの不足時の代替品を探求し、1928 年に経口剤としての活性フェニルエタノタミン (phenylethanolamine active) が開発され、1932 年に枯草熱 (花粉症 rhume de foin) の薬の材料として販売された。アンフェタミンの精神刺激効果は急速に広まり、第 2 次世界大戦中主要な交戦国 (独、日本、米国、英国) が使用したためその分子物質の存在が広く知れ渡った。英国戦争中約 7200 万のメタンフェタミンの薬剤が英国兵士に配布された。

スポーツ界では 1950 年代にアンフェタミンはアドレナリンの類似の化学構造をもつカテコールアミン類 (生体内で交感神経系に作用するアミノ類) に属する総合剤として出現し、1962~64 年にかけての初期のアンチドーピング検査の陽性結果の約 90% を占めた。

カテコールアミンは運動開始時に高濃度に分泌し、血糖値と不飽和脂肪酸値を引き上げる。この効果はレース 1 時間前にアンフェタミンが吸収されると大きく増大する。

他方、この物質は以下の効果をもっている。

- ・知的活動を活発化させる。
- ・眠気を覚まし、睡眠の負債をつくる。
- ・疲労感を減少させる。
- ・満腹中枢を刺激し空腹中枢を抑制することにより食欲を減退させる。

この仲間の物質の使用に伴う危険は甚大である。何故ならこれらの物質は自然の警告信号を麻痺させるからである。更に以下のいくつかの副作用が指摘されている。

- ・この物質の習慣的使用は薬物中毒 (la toxicomanie) になるまで使用量を増加させる。
- ・陶酔効果が危険を過小に見積もらせ、判断能力を失わせる。
- ・体温調節機能に障害を来し、高強度長時間の運動時に体温が上昇し時には死に至らしめる (Tom SIMPSON の死亡事故)
- ・周辺部の抵抗、心拍数、動脈圧力、心筋層の酸素必要量を増加させ、これらが心肺機能の回復速度に影響を与える。

アンフェタミンの使用は 1966 年に禁止され、1967 年には表 B に掲載されたため、その使用量は減少している。1966 年には抽出検査の 30% でアンフェタミンが検出されたが、89 年には 8% に減少した。しかし、この物質 (TONEDORON、CAPTAGON...) は常に (見習い魔法使いの) 薬物リストに掲載されている。

II-1-3 中枢神経系刺激剤 (les stimulants du système nerveux central)

この仲間にはたくさんがあるが、その中のいくつかの物質 (ストリキニーネ strychnine など) は既に使用されていない。現在は 2 つの物質が大きな問題になっている。

カフェインは個人個人によって効果が変化する精神刺激剤の仲間である。スポーツ界ではこの物質の神経系刺激効果 (疲労感の減少、反応時間の減少等) を探求してきたが、経口直接投与によって使用量が多くなると副作用 (中枢神経系 SNC の刺激、不眠 insomnie、頭痛 cephalée、不整脈 arythmie を伴う心悸亢進 erethisme cardio-vasculaire、動悸 palpitations、心悸症 tachycardie、高血圧 hypertention など) が危険なものになる。このため、1984 年以降この物質は禁止物質リストに掲載されている。競技者の尿集積値が $12 \mu\text{g/ml}$ を超えた場合は陽性とみなされる。この規制濃度は毎朝コップ 1 杯のコーヒーを飲むことを妨げない。何故なら $3 \mu\text{g/ml}$ のカフェインの尿集積のためには毎日 2~3 リットルのコーヒーを飲む必要があるからである。

コカインは南アメリカに生息する小灌木 arbuste から抽出した物質で真の毒であり、その効果は

摂取量の増加に伴って大きく変化する。まず興奮し次に混乱、錯乱する。コカインは医療において麻酔薬 *anesthetique* として使用されているが、数多くの副作用がある。

- ・(少量でも中枢神経系への刺激による) 強い感覚を伴った陶酔
- ・(大量摂取の場合) 不安症
- ・幻覚 (*hallucinations* : 聴覚 *auditive*、視覚 *visuelle*、触覚 *tactile*、精神錯乱 *delires*)
- ・体温調節機能障害
- ・習慣的摂取による薬物依存症

この白い粉はその刺激効果のためにいくつかのスポーツ競技(プロバスケット、野球、ボクシング、テニスなど)や一部の上流気取り族の中で使用されてきた。ここ数年はフランスを起源とする陽性例は出ていないが、広く使用されていると疑われる。1972年にC I Oはコカインの消費を禁止した。アンチドーピング規制とは別にコカインの消費は麻薬 *stupefiants* 使用取引取締法によって罰せられる。

II-2 麻酔系心痛剤 *les analgesiques narcotiques*

C I Oはモルヒネ及びその化学的薬学的類似物質をこのグループに分類している。その中から以下の物質を取り上げる。

- (1) コデイン (*codeine* : アヘン *opium* から採るアルカイド、咳止め、催眠剤)

アヘンから作られるアルカイドで咳止め *antitussif*、鎮痛 *analgesique*、下痢止め *antidiarrheiques* の効果をもつ。コデインは粒薬、シロップ、カプセル *gelules*、麻薬 *suppositoires* の形で鎮痛、咳止めの薬の原料として広く使用されており、250~800種類に禁止物質が含まれている。

- (2) ヘロイン (*heroine*)

ヘロインはモルヒネから生成されるアヘン類で極めて危険な物質である。何故ならその過剰使用によって急速に身体及び知的機能が衰退する。ヘロインはその陶酔効果を求め複数のスポーツ競技で探求されたが、実際に使用することは希であった。アンチドーピング規制とは別に、ヘロインの消費は麻薬使用取引取締り法によって罰せられる。

- (3) デクストロプロポキシフェン (*dextropropoxyphene*)

鎮痛剤の原料として広く使用されている (*ANTALVIC*、*DI-ANTALVIC*、*PROPOFAN*...)

- (4) ビュプレノルフィン (*buprenorphine*)、デクストロモラマイド (*dextromoramide*)、ペンタゾシン (*pentazocine*) など

II-3 同化ステロイド (*steroide anabolisantes*) 及びテストステロン (*testosterone*)

C I Oは男性ホルモンの構造、働きと類似の化学成分を含有する物質をこのグループに分類している。

II-3-1 同化ステロイド

この物質は筋組織の基本構成要素であるタンパク質の合成を行う自然及び活性プロセスである同化作用を増加させる効果をもっており、痩せすぎ状態、カヘキシー (悪液質 *cachexie*)、骨粗鬆症 *osteoporoses* の治療に使用されてきた。同化ステロイドは1954年に治療目的で東側諸国に伝わった。身体パフォーマンスの改善に関する同化療法の効果はしばしば過剰なトレーニングによる不均衡な異化作用を呈する重要挙げ選手にしか現れなかった。この問題に関する大半の出版物は研究結果に触れていない。最も頻繁に使用されているメタンドロステノロン *methandrostenolone* はこの世界で軌跡の名声を博した。身体体積や重量の増加及び過剰な練習をしている又は病的な者の筋力の増加を引き起こす同化効果を否定しないならば極めて用心深くするしかない。この処置は科学的

に健康な者には必要ない。

他方、万人がステロイドを使用した者の 25~100%に生じる副作用効果の重大性を認めている。この効果は使用微量物質のタイプによって異なる。

- ・機嫌や行動上のトラブル(攻撃性の増加、陶酔感覚、心理現象の繰り返し *alteration du psychisme*、競技選手にみられる分裂症状 *episode schizophrénique* 又はデンマークの円盤投げ選手 *discobole* のような自殺)
- ・心肺機能障害 (HTA、心筋梗塞 *infarctus* など)
- ・肝機能障害 *troubles hépatiques* (肝炎 *hepatites*、良性又は悪性腫瘍 *lésions pré-tumorales ou tumorales, bénignes ou malignes* 等)
- ・代謝障害 (HDL コレステロールの減少を伴う高脂質血症 *hyperlipidémie*、ナトリウム分泌停止 *retention sodée*)
- ・性障害 (リビドー減退、睾丸萎縮 *atrophie testiculaire*、無精子症 *azoospermie*)
- ・前立腺癌 *cancer de la prostate* (チェコのホーガン投げ選手の例)
- ・女性の男性化効果 *effets virilisants* (多毛症 *hirsutisme*、クリトリス肥大症 *hypertrophie clitoridienne*、声の低音化等)
- ・子供の軟骨障害
- ・外傷性事故

フランスでは 1975 年にステロイドの販売規制が実施され、この物質の毒性研究の結果 1983 年に厳しい監視体制が敷かれた。

II-3-2 テストステロン (la testostérone)

1980 年のモスクワオリンピックのメダリストの 10%が睾丸及び副腎から分泌する男性ホルモンを使用していた。1970 年以降、アンチドーピング検査で検出されないようにテストステロンは試合前のステロイド投与の代替物、つなぎ役を果たしていた。男性ホルモンは外部生殖組織の発達、副次的性的性質 (声、体毛)、前立腺や精子の増進等の効果を有し、同化ステロイドと同様に蛋白の同化作用を促進する。副作用は同化ステロイドと同じであり、男性化を伴う。

- ・テストステロンの分泌を司る下垂体ホルモン LH *hypophysaire*、生殖刺激ホルモン *gonadotrophine* 濃度の上昇
- ・運動中の睾丸のテストステロン分泌の増加
- ・回復中の組織消費 *consommation tissulaire* の増加

睾丸の分泌能力は衰えを知らないが、高強度長時間の運動中にテストステロン、溶解テストステロンの濃度が低下する (最も強い筋肉の男性ホルモンの 70%はテストステロンの代謝によって生じる)。このテストステロン濃度の低下が 3~4 日続くと競技者の身体能力及び精神力が低下する。テストステロンの血漿濃度の低下はメダリストの活動に変化をもたらすとともに心筋上の事故を誘発する。

このため、数多くの著者が少量のテストステロンの投与によるテストステロンの喪失補償は合法 *licite* であり、ドーピングではなく、水分とグリコーゲンの再投与であると主張している。しかし、投与 *charge* と再投与 *recharge* との境界は血漿中のテストステロンの測定なしには曖昧である。加えて、コルチゾン (*cortisol* 副腎皮質ホルモンの 1 種) 濃度の上昇を伴うテストステロン濃度の低下は何の障害も引き起こさない。これが遵守すべき運動への適応現象である。

テストステロンの使用は禁止されているが、その保有の検出が副テストステロン *epitestosterone* の代謝の発見によって可能になった。人体中のテストステロンと副テストステロンの比率は常に一定している。すべての追加投与は自動的にこの比率に大きな変更をもたらす。1984 年、C I O は尿中のテストステロン/副テストステロン比率が「6」を超えた場合に陽性とみなすと決定した。こ

の比率に対し多くの批判がなされており、公にされた科学研究に基づくものではない。複数の医学チームは誤って陰性と出たり、陽性（この場合の影響は甚大）と出たりする可能性を指摘している。

II-4 β ブルーアン (les beta-bloquants)

β ブルーアンは動脈高血圧、心拍数異常、狭心症、頭痛の治療薬として利用されている。この物質の心肺機能への効果は健康な人の能力やパフォーマンスの維持には有害である（エネルギー源の利用可能性の減少、乳酸の廃棄速度の減少、注入量の減少による心肺システムの輸送能力の減少）。しかし、β ブルーアンは以下の目的でスポーツ界で使用されている。

- ・感情的頻拍の低下
- ・震えの減少
- ・興奮した人を静める。

身体活動やエネルギー消費が少ない種目（射撃、ゴルフ、自動車、パラシューター等）でこの物質の使用増加がみられる。C I O は 1988 年にこの物質の使用を禁止した。

II-5 利尿剤 (les diuretiques)

この物質は尿の分泌を増加させ、スポーツ界では最近になって使用されるようになった。その目的は次のとおりである。

- ・体重別種目が設定されている競技で急速に体重を減少させる。
- ・ドーピング物質の検出可能性を低下させるために（尿の量的増加によって）尿中の医学的集積を削減する。

スポーツ活動時に体重の急激な減少を正当化するいかなる医学的理由もない。他方、利尿剤は医学の実践では普通に使用されているが、全くリスクがないわけではない。副作用が使用する微量物質によって変化するならば、いくつかの事故に直面する可能性がある。

- ・加水電解性体液喪失 depletion hydro-electrolytiques、ナトリウムとカリウムの喪失
- ・塩化性体液喪失 depletion による代謝アルカローシス化（アルカリ化、血液 pH 及び炭酸水素塩の増加）
- ・血中カルシウム濃度、血糖値、マグネシウム濃度の変化
- ・高尿酸血症
- ・毒性併発症（血液、消化、生殖）

C I O 医学委員会は倫理上の問題及び選手の健康上のリスクがあると判断し、1986 年に利尿剤の使用を禁止した。また、医学委員会は選手が体重測定時に検査を受けることを通知した。

II-6 ペプチド・アナログホルモン les hormones peptidiques et analogues

II-6-1 生殖刺激胎児胞膜ホルモン gonadotrophine chorionique (HGC)

生殖胎児胞膜剤は妊婦の胎盤から作られ、同化ステロイドの消費に伴う副作用を緩和する働きがある。このホルモンは Leydic 細胞を刺激し男性ホルモン、主に血漿中のテストステロンの分泌を誘発する効果がある。この分泌は摂取後早い場合で 2 時間、遅い場合で 48～96 時間で起こり、同化ステロイドの使用による睾丸萎縮 atrophie testiculaire を防止する。

II-6-2 副腎皮質刺激ホルモン corticotrophine (ACTH)

このホルモンは下垂体前葉 antehypophyse から分泌し、1930 年に発見され、1961 年に初めて合成に成功した。フランスでは「SYNACTHENE」の名で販売され、糖質コルチロイド（糖質代謝に

関与するステロイドホルモン：glucocorticoides）とアンドロゲン（雄生ホルモン androgene）との合成と放出を促進する効果があり、いくつかのスポーツ競技で使用されている。副作用は副腎皮質ホルモンよりは少ない。（副腎皮質 cortico-surrealien の枯渇リスク及び骨粗小症リスク risque d'osteoprose の減少）

II-6-3 成長ホルモン（ソマトルモン somathormone、Growth Hormone）

このホルモンは下垂体前葉から分泌し、1983年にドーピングに使用されるようになった。このホルモンの分泌は視床下部 hypothalamus によって制御され、昼夜のリズム nycthemere（24時間の生理的な時間の単位）と糖質コルチロイド（成長ホルモンの分泌を抑制する）の分泌によって変化する。成長ホルモンの主な効果は以下のとおり。

- ・蛋白質同化作用 anabolisme protidique を促進し、成長を刺激する。このために臨床で利用されている。
- ・脂質分解 la lipolyse を促進し、不飽和脂肪酸の放出を促す。
- ・血糖値 glycémie を上げる。
- ・テストステロンの放出を促す。

現在のところ、成長ホルモンが筋肉の同化作用を促すとの研究結果はない。

このホルモンは正確な指示がなければ使用できない。一般には販売されておらず、病院薬事センターのコントロール下でフランス下垂体協会によってミリグラム単位で分配されている。

成長ホルモンの同化効果がポジティブにみえるとしても、その長期使用による副作用及び併発症からスポーツ界での使用は禁止されている。以下のような副作用がある。

- ・成長ホルモンの効果を打ち消すアンチ成長ホルモンの抗体が形成する。（exogene, endogene）
- ・糖尿病誘発効果 effets diabétogènes
- ・重症の末端肥大症 acromégalie 及び併発症 complication の出現（糖尿病 diabète、巨大症 gigantisme を伴う骨形成異常 remaniement osseux、関節症 arthrose、動脈 高血圧 hypertension artérielle、心肺機能障害）

II-6-4 赤血球生成ホルモン erythropoietine（EPO）

このホルモンは身体組織への低酸素供給下において腎皮質（cortex renal：腎毛細血管の内皮細胞 cellules endothéliales からの産出が90%を占める）と肝臓で合成される。このホルモンは脊髄内赤血球 la lignée érythrocytaire intramédullaire の増殖と成熟を刺激する。

1985年以降遺伝子技術によって製造されているが、その分配、流通は管理され、使用には治療上の指示が必要である。慢性腎不全等によるホルモン生産の欠陥に起因する貧血 anémie の治療薬として使用される。この処方では慢性腎不全による貧血の治療にのみ使用され、治療中の事故を防ぐため使用には十分な注意が必要である（血栓症のリスク、HTA等）。この治療には年間4万5千フランもの費用がかかるため各州監視医の許可を得て処方する例は限定される。

スポーツ選手は赤血球の数の増加とパフォーマンスの改善を可能とする酸素運搬量の改善を求めている。他方、このホルモンは伝統的なアンチドーピング検査では検出ができない。このホルモンの使用は1987～90年に18人のサイクリストの死亡の原因となった。

他方、以下のようにCIOはいくつかの物質に対する数多くの留保（禁止）を発出した。

II-7 規制物質

II-7-1 アルコール

アルコールはスポーツにおいてレースのプレッシャーのマイナス効果を消し、自信を取り戻して筋力を増加させるために使用されている。アルコールは数多くの副作用を有している。

- ・疲労感の解消（疲労を感じなくなる）
- ・熱に対する耐性の制約
- ・調整能力の低下
- ・筋力の低下
- ・水分喪失
- ・エチルアルコール中毒

アルコールの使用は禁止されていないが、呼気や血液中のアルコール濃度はいくつかの競技の国際連盟によって規制されている（射撃、近代5種競技 *pentathlon moderne* 等）

II-7-2 マリファナ *marijuana*

この物質は様々な名前で見られている。大麻 *cannabis* は中央アジアを原産地とする植物である（世界でも生息地は少ない）。麻薬としての効果をもつ物質は大麻の樹脂 *resine* から製造される。かつてマリファナはその鎮痛 *analgesique*、鎮痙 *antipasmodique*、麻酔 *hypnotique* 効果のために薬剤として使用されていたが、今日でそのような使用はなくなっている。マリファナは攻撃性を高め肉体的抑制を取り払う効果があるためいくつかの競技で使用されており、C I O も禁止していない。しかし、いくつかの競技団体は使用を禁止している。フランスではマリファナの消費は麻薬使用取引取締法によって罰せられる。

II-7-3 局所麻酔薬 *anesthésiques locaux*

局所麻酔の使用は以下の条件が満たされる場合に限り認められる。

- ・プロカイン (*procaine* : コカインより毒性の少ない局所麻酔薬)、キシロカインの使用は許可されるが、コカインの使用は禁止されている。
- ・コカインの局所又は間接注射のみが許可され、血管 *vasculaire* への注入は禁止されている。
- ・医師の指示により使用が認められ、かつその診断、使用物質の性質、量、使用方法がレース前に監視医学委員会に文書で通知されなければならない。

II-7-4 コルチコイド (*corticoides* : 副腎皮質ホルモン及び類似の性質を有する化学合成物質の総称)

副腎皮質から分泌する自然のコルチコイド又は合成コルチコイドは炎症を抑え痛みを和らげる薬として使用されており、以下の効果がある。

- ・いくつかのアミノ酸のグリコーゲンへの変換を促進する。
- ・食欲を刺激する。
- ・ヒスタミンの生産を抑制し抗アレルギー作用を果たす。
- ・アンフェタミンの精神刺激作用による陶酔効果をもたらす。

しかし、多くの副作用があり、コルチコイドの使用による事故が残念な結果を引き起こしている。
 →胃酸 *acide de l'estomac* 分泌に対する胃壁 *paroi gastrique* の抵抗能力を低下させ、消化系障害を引き起こす（胃炎 *gastrite*、出血性胃炎 *hemorragique*、胃潰瘍 *ulceres*、十二指腸潰瘍 *gastro-duodenaux*）
 →免疫力低下 *immuno-depressive* により生体防御反応が低下し病原体に感染しやすくなる（鼻咽頭炎の蔓延など）

→蛋白質異化作用 *catabolisme protidique* の増進による以下の併発症の勃発。

- ・皮膚 *cutanees*（萎縮性皮膚炎 *atrophy*、線条皮膚 *vergetures* 等）
- ・筋肉（筋萎縮症 *amyotrophie*）
- ・骨（カルシウム吸収の低下による骨粗鬆症、骨折、骨格の固定化の遅れ）

→糖質制御機能障害による糖尿病の発病

→加水電解機能障害による加水塩 hydrosaline の滞留（水腫 oedeme, H T A）又はカリウムの流出（痙攣 crampes、無力症 asthenie、E C G の変化）

→血液障害（紫斑病 purpa、ecchymoses、phlebitis）及び眼球障害（白内障 cataracte glaucome 等）を軽視してはならない。

→神経・身体障害による重大な事故（心配症、躁鬱病、自殺）

→長期使用による併発症の勃発、下垂体機能の低下による副腎麻痺。数年前にツール・ド・フランスの優勝者は慢性腎炎の治療のため6カ月入院しなければならなかった。

コルチコイドの使用が危険ならば、1981年に医学学会が指摘したようにこの物質は不要なものである。実際、3日間の自転車レースの際コルチコイドは健康で鍛えられた選手の体内に出現し、運動によって糖質コルチコイドの分泌が増加し血漿中のコルチゾール濃度が上昇した。副腎皮質は運動に必要なホルモン量の増加に直面し人為的な血漿コルチゾール濃度の上昇は副腎皮質反応を阻害する。

C I O は1975年のオリンピックの際この物質の使用を制限した。1984年以降、局所投与 injection locale、吸入 en inhalation、関節投与 intra-articulaire による場合を除いて使用が禁止されている。チーム医はレース開始前に文書によってコルチコイドの使用状況を監視医学委員会に通知しなければならない。

最後に、C I O は2種のドーピング方法を禁止した。

II-8 禁止方法

II-8-1 血液ドーピング (le dopage sanguin)

1972年、EKBLUM氏は輸血による人工的なヘモグロビン（1g当たり1.34mlの割合で酸素を運搬する）の増加によって長時間又は最大有酸素運動強度が限定的ないくつかのスポーツ競技のパフォーマンスを改善できるとの仮説を発表した。

この技術は血液標本の操作又はその保存（溶血性事故 accidents hemolytiques、保存に関連するトラブル）に関連するリスクがあるほか、その効果が論争的になっている。このドーピング技術は減損赤血球（20%以上）の評価及び突発的な赤血球生成 erythropoietine の低下を目的とする血液検査によって検出が可能となろう。

II-8-2 尿操作

検査時における尿標本の有効性及び統合性を変更し得るすべての手段及び物質の使用は禁止されている。禁止行為のうち以下の事項を指摘しておく。

(1) 物理的操作

- ・尿サンプル瓶の操作
- ・尿をくすねること。
- ・避妊用具（又は予防薬）preservatif
- ・膀胱カテーテル法 le catheterisme vesical

(2) 薬学・化学的操作

● プロベンシッド probenecide

この物質は痛風 la goutte の治療に使用される微量物質で1988年のツール・ド・フランスで有名になった。この物質は同化促進物質 anabolisants の廃棄を遅らせ、テスト/エピテスト比 (la rapport testo/epitestesto) の低下によってテストステロンの計量を妨げる効果をもっている。

- ・アンフェタミンを検出できなくするために尿をアルカリ化 alcalinisation することは禁止行為に分類されている。

Ⅲ ドーピング対策

1965年、ベルギーとフランスが初めてドーピングを法的に規制した。続いて1971年イタリアとトルコが、1976年にギリシャが規制した。また、1967年にスイス、77年に西ドイツとノルウェー、79年スウェーデン、82年にフィンランドにおいてそれぞれ各競技連盟が会員に対しドーピング規則の適用を義務付けた。

Ⅲ-1 法テキスト

(1) 1965年6月1日付け法

ドゴール大統領及びボンピドー首相の署名によって成立した1965年法により競技における興奮剤 *stimulants* の使用と供給が規制された。法第1条は禁止物質の使用者に対し500～5000フランの罰金を課すとともに、故意に *sciemment* 禁止物質の使用を慫慂した者に対し1月～1年以下の懲役及び500～5000フランの罰金を課すとしている。

(2) 1967年8月1日付け大臣通達

各競技連盟の発出されたこの通達は各競技連盟と行政当局との協力関係の樹立を規定している。

(3) 1975年10月29日付け法及び77年5月27日付けデクレ（政令）

この法令は各競技連盟に対するアンチドーピング対策の実施権限の委譲を規定している。法第10条は競技連盟及び団体は禁止物質の使用を回避するためにあらゆる措置を講じ、検査を実施し、制裁を適用すると規定している。刑事罰に加え、競技連盟による制裁措置（出場停止、ハイレベルのタイトル及び優先権の取り消し等）が適用される。

(4) 1983年10月13日付けF I S A合意

F I S Aは冬季練習場所での検査の実施に合意した。

(5) 1984年7月16日付け法及び1987年7月1日付け施行デクレ

この法令により練習中の予告なしの検査の実施が制度化されるとともに、数週間治療で使った後にレース時検査で陰性にするために早期に使用を停止した同化促進物質によるドーピングの検出の信頼性を高めた。また、青少年スポーツ閣外大臣がドーピング検査のイニシアティブをとることができるようになった。

(6) 1984年9月25日、E U閣僚理事会で「欧州スポーツ反ドーピング憲章」(La Charte europeenne contre le dopage des le sport) が採択された。

(7) 1988年：医薬品業界は12カ月以内に処方により製造販売される一般薬 *spécialités pharmaceutiques* の処方を変更した。「スポーツ選手への注意：この一般薬はアンチドーピング検査で陽性反応を引き起こす主要な活性物質を含んでいる」。この処方の変更に約600種類の一般薬が対象となった。

(8) 1989年2月15日のアテネでのF I S A臨時総会において執行委員会にレース期間外に各国連盟所属のすべての漕手に対しアンチドーピング検査を実施する権限を与えることを決定した。この措置はそれまで任意であったが、同日以降F I S Aの定款に規定されている。すべての違反及び検査拒否は処罰され、再犯の場合は選手資格が停止される。

Ⅲ-2 手段

Ⅲ-2-1 禁止物質リスト (U C I、C I O)

長期に渡りスポーツ界は2種類の禁止物質リストを有していたが、1987年に国際サイクリスト連盟 (U C I) はC I Oと同一のリストを採択し、以降統一リストが使用されている。

Ⅲ-2-2 アンチドーピング検査

- ・レース期間又はレース期間外に実施される。
- ・サンプル収集方法はF F S Aのレース規則の中に規定される。
- ・すべてのサンプルはC I Oの承認を受けた研究施設に運搬され分析される。

Ⅲ-2-3 アンチドーピング対策実施研究施設

アンチドーピング対策実施研究施設はC I Oの承認を受ける必要がある。即ち各施設は分析方法を標準化し、毎年 10 サンプルの検査を実施し、60 頁に及ぶ管理書類を作成しなければならない。

1992 年 3 月現在、21 の研究施設が国際検査機関としてC I Oの承認を受けている。

(参考) 承認検査施設所在地

Barcelone, Cologne, Gand, Helsinki, Huddinge, Indianapolis, Lausanne, Lisbon, Londres, Los Angeles, Madrid, Montreal, Moscou, Oslo, Paris, Pekin, Prague, Rome, Seoul, Sydney, Tokyo

(Athene の施設は国際検査施設の承認を一次的に停止されている。)

フランスでは1968年にパリのシャトネイ・マラブリに国家アンチドーピング研究所が設置され、非営利組織として青少年スポーツ省の監督下に運営されている。1985 年以降、フランスで唯一の国内及び国際アンチドーピング検査実施として承認され、高性能の分析機器(スペクトロメータ計、ガス及び液体クロマトグラフィ、蛍光偏向器 polarisation de fluorescence 等)が整備されている。この研究所はC I Oの委任によりアルベールビルオリンピックにおけるアンチドーピング検査を実施した。

カフェインとテストステロンの計量は定性的であり、定量的なものではない。禁止物質又はその代謝物質(分解(減損)物: produits de degradation)を検出している。

Ⅲ-2-4 制裁

禁止物質の使用者及び供給者に制裁が課される。

● 禁止物質の使用者への制裁

- ・いかなる制裁も選手による弁明及び鑑定の要求なしには適用されない。
- ・刑事罰

1989 年 6 月 28 日法の官報に早見表が掲載されている。法に違反した者には 6 月～2 年の懲役及び 5,000～100,000 フランの罰金が課される。禁止物質が年少者に使用された場合は 2～4 年の懲役に過重される。

・ 競技上の制裁

各国際又は国家競技連盟によって課される。各国内又は国家競技連盟が定める制裁措置の早見表はC I Oが採択した早見表に準拠している場合が多い。

● 禁止物質の供給又は流通者への制裁

- ・最近新聞紙上をにぎわせている事件(LAON、POITIERS、MACONでの裁判)は供給者にも同様に制裁を課されることを想起させた。
- ・刑事罰

法による禁止物質の使用を懲罰した者は 2～10 年の懲役及び 5,000～500,000 フランの罰金が課される。禁止物質が年少者に使用された場合は 5～10 年の懲役に過重される。

・ 職業上の制裁

医者、薬剤師の各職業団体によって定められる。1991 年 12 月の医師会の冊子によれば、ドーピングの要求に応えるために自転車競技選手に同化促進物質の処方をした場合 1 ヶ月間医療活動が停止され、ボディビルダー culturistes に同化促進物質を処方した場合 1 ヶ月間医療保険被保険者に治療することが禁止される。

Ⅲ-3 現行検査の限界

- (1) 国家が負担する検査費用の高さ（約 800 フラン）が検査の拡大にブレーキになっている。
- (2) 身体組織から分泌する自然ホルモン物質の検出（診断）が難しい。
- (3) 禁止微量物質の消費を十分早期に停止することによりレース時に禁止微量物質を消滅させることが可能である。

Ⅲ-4 将来

(1) 血液採取

血液採取の障害は倫理的及び法的な問題にとどまらず哲学及び宗教上の問題もある（国際オリンピック委員会（C I O）Keba Mbaye 副会長の言）。仮に血液採取によって数多くの問題が解決できたとしても（突発的代替物、十分な排尿 miction には時間が必要）、この技術は選手の身体の一部性を傷つけ、技術的問題（穿刺 ponction の困難性）を提起するほか、すべてのホルモンドーピングの診断上の問題を解決できない。いくつかのホルモンの分泌は昼夜リズム、季節、身体活動、体重、ストレス等によって変化し、生理的変化と特定が困難なホルモンドーピングとの境界を引くことが難しい。

(2) 自然物質のマーキング剤

医薬品業界はいくつかの自然物質のマーキング剤を製造しているであろう。

(3) 治療の正当化概念

1991 年 2 月のフランス法制に規定された治療の正当化概念を発展させ、C I O にいくつかのポジションを変更させた。

Ⅳ ボートにおけるドーピング

ボートはまさにドーピングの対象になり得るスポーツあり、このため、数多くのドーピング対策が講じられてきた。

● 1983 年 10 月

F I S A と各国ボート連盟は任意で冬季練習時のアンチドーピング検査の実施に関する合意に署名した。

● 1989 年 2 月

アテネでの臨時総会において全会一致でレース期間外にすべての連盟所属漕手に対し検査を実施する方針が採択された。

● 1990 年 5 月

医学委員会の提案に基づき、F I S A は同化促進ステロイド、テストステロン、ペプチドホルモン、アンフェタミン、コカインの使用又は尿の物理的操作を行った場合初回の違反で選手資格を剥奪する方針を採択した。コックスにもレース時にアンチドーピング検査を実施することができるようになった。

F I S A の調査によれば、1993 年に各国連盟が 1476 件、F I S A が 239 件（うち 100 件はレース期間外検査）のアンチドーピング検査を実施し（計 1715 件）、このうち検査結果が陽性であったのは 3 件のみであった。

★ 1993 年の F I S A 検査結果

	検査実施選手数	レース期間検査数	レース期間外検査数
各国連盟による検査	1476	806	610
F I S A による検査	239	156	83
計	1715	1022	693

フランスではこの 15 年間に約 600 件の検査が実施され、陽性は 1 件のみであった。

★ フランスにおける検査結果

	国内レース				F I S A		地方レース	計	特記事項
	S	DS	CJ	DCJ	S	J			
1976	6	6						12	
1977	10	2	9	3				24	
1978								0	
1979	9	3	12					24	
1980	15							15	10 月スポーツ省検査不可
1981	7		5		12			24	11 人は外国選手
1982	5	1	3	2	11		139		30 人外国選手
1983	9	3	19	31					
1984	17	6	23						
1985	0								
1986	16	4	9	3	32				1 人検査不能
1987	12	5	9	5	9	40			7 人は外国選手
1988	17	11	3	31					
1989	27	9	16	8	60				
1990	44	20	27	18	30				
1991	48	18	21	15			31	133	国際レースでプラス 10 人
計	242	88	114	54	21		31	599	

(注) S : 男子シニア、DS : 女子シニア、CJ : 男子ジュニア・年少、DCJ : 女子ジュニア・年少

V 選手への助言

- 1 いかなるメダルも貴方の健康ほどの価値はない。
- 2 貴方はスポーツ倫理に結び付けされており、それを遵守せよ。
- 3 魔法のような薬の神話の心を消し去れ。
- 4 数多くの薬に微量物質が含まれている。このうちの 1 つでも使用すれば検査で陽性になる。チームドクターの指示なしに薬を消費するな。ドクターは貴方に助言するために様々な情報をもっている。
- 5 貴方の医師、薬剤師、歯科医師に貴方がスポーツ選手であることを宣告することを忘れてはならない。
- 6 不適切な助言者（精神的指導者、供給者、未熟者）を信用してはならない。もし貴方が検査の

結果陽性になれば彼等は貴方を見捨てるに違いない。

7 検査時にサンプル採取方法の適法性（規則正しさ）を監視せよ。

(1996年F F S A作成コーチ研修用資料)

フェリチン値

ナント支部医学調査医師

Dr.Michel Guinaudeau, Dr.Pascal Delage

スポーツ選手特にハイレベル競技選手の生物学的調査の枠組みの中で簡単な血液の生物学的分量測定、即ち「フェリチン値」(la ferritinémie : フェリチンとは筋肉組織、脾臓等に含まれる鉄蛋白質)の分量測定が利用されている。

このフェリチン値(量)は身体組織中の鉄分蓄積量に一致しており、この鉄分は赤血球(globules rouges)として酸素を固定し肺組織からすべての筋肉組織に至る様々な組織に酸素を運搬する。赤血球中の鉄分の不足は筋肉への酸素供給の減少を招き、パフォーマンスを低下させる。この減少が大きい場合は鉄分不足(carence martiale)による貧血(anémie)を引き起こす(血液疾患(maladies du sang)や炎症性疾患(maladies inflammatoires)など組織中の鉄分不足とは異なる原因の貧血のタイプがある)。このため、フェリチン値の測定による鉄分量の測定が重要である。

貧血症状に至るためには組織中の鉄分量がほぼ枯渇しなければならない。フェリチン値が1リットル当たり30-50マイクログラムを下回るような低い数値は貧血と同義でないが、身体組織中の鉄分を再蓄積し貧血の発生を回避すべきとの警報のサインである。

I 低フェリチン値の原因

複合的な様々な原因が関係している。

● 補給不足 (Les carences d'apport)

生後、乳幼児期に強固な鉄分の蓄積が行われ、生涯を通じて維持されるべきである。多くの栄養補給の研究から、我々の食習慣は特に青少年期において豊富な鉄分を含む食料を供給していないことが分かっている。鉄分の補給必要量がより大きければ(平均で必要量の50%が賄われている)、それは蓄積量を減少させ、大人になってから障害を引き起こす。特にスポーツ選手はしばしば低すぎる鉄分量の状態にみまわれる。経済的な原因、流行、嗜好の変化が有害な食習慣の原因である。

● 吸収不足 (Les carences d'absorption)

十分に特定できないいくつかのケースでは、消化による鉄分吸収が十分に行われないために鉄分が豊富な栄養補給を維持しながら鉄分補給剤による吸収の強化を行うことが必要となる。ただし、薬剤中の鉄分よりも自然の食品中の鉄分の方がより消化管に吸収されやすいことに留意する必要がある。

● 鉄分損失 (Les pertes)

高い強度特に持久力のための運動の実施は大量の鉄分を消費する。特に女性は定期的な生理現象に晒され、血液の略奪により鉄分の損失を繰り返される。この生理現象と鉄分に乏しい食事は深刻な鉄分不足とパフォーマンスの低下を招く。ボート競技を行う青少年期の女性に関するすべての測定値がこのことを証明している(60~75%が低フェリチン値に属する)。

● 食物中の鉄分源

食物に含まれる鉄分には以下の2つのタイプがある。

(1) エミン鉄分 (エミンとはヘモグロビンを酸で分解して得られる微結晶 : le fer hémique)

このタイプの鉄分は身体組織によって直ちに吸収され、赤身の肉、内臓(心臓、腎臓等)、特に肝臓、卵などに多く含まれる。

(2) 非ヘミン鉄分 (le fer non hémique)

このタイプの鉄分は直ちに組織に吸収されないがやがて組織中に蓄積される。野菜類(レンズ

マメ、白インゲン、グリーンピース等)、オートミール、大豆、小麦の胚芽、ほうれん草のほか、黒チョコレートや油糧果実(アーモンド、クルミ等)に多く含まれる。

これまで及び現在も我々の食事の方法に栄養補給上の多くの誤りが散見され、これがスポーツのパフォーマンスに障害を来す鉄分不足の原因になっている。

● 高フェリチン値

以下にフェリチン値が高いケース(300~600 マイクログラム/リットル又はそれ以上)をみる。

- (1) ある種の病気(肝臓疾患、炎症性疾患等)が考えられる。補完的な検査がこれらの病気の診断を可能とする。
- (2) 血液分量測定の際にその他の血液分析パラメーターの変更によって診断、証拠の提示の可能性を提示できる。

II その他の血液分析パラメーター

スポーツ選手の低フェリチン値の補償の必要の有無を判断するためにはフェリチン値だけをみてもはいけない。いくつか血液分析パラメーターを考慮することが必要である。

- (1) トランスフェリン(transferrine: 1リットル当たり2~4g)

この数値が高ければ高い程必要鉄分量は大きくなる。

- (2) シデロフィリン(syderophiline: 生体内で鉄の伝達を行う血清蛋白の一種)の充足率

この充足率はトランスフェリンの量とほぼ一様しく、通常は25~30%の値となっている。この値が20%を下回る場合鉄分必要量は大きいことを示している。

- (3) 平均血球量(Le volume globulaire moyen)

鉄分不足の赤血球が増えるとこの値は小さくなる。

- (4) 血清鉄分(Le fer serique)の定期的な測定

この数値は日常的な変化の重要性を考慮した関心事項しか示さない。

- (5) ヘモグロビン率(Le taux d (hemoglobine))

通常は13~15g/1付近であるが、これを下回る場合は強い又は弱い貧血を引き起こす原因になる。

以上がフェリチンが示す生物学的な諸現象の兆候であり、これは医学的、生物学的な問題である。

III フェリチン値の測定結果

ハイレベルのスポーツ選手は概ね1リットル当たり50~60 マイクログラム以上のフェリチンを維持する必要がある。この値を下回る場合には鉄分の再蓄積に時間がかかることを考慮して、数ヶ月に渡る日常的な鉄分補給・改善のための対策を提示することが必要である。

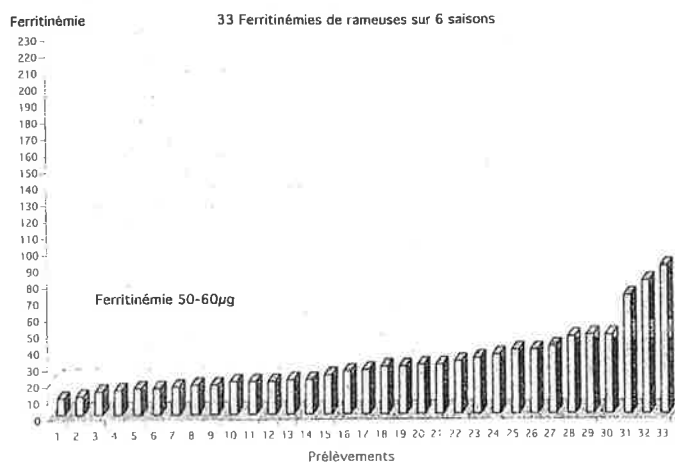
この検討のため、空腹時に血液採取を行うとともに、鉄分補給剤の投与を受けている選手の場合は投与から8日後に再度採血を行う。仏漕艇協会連盟ナント支部の漕手の生物学的調査から、数年の漕歴を有する相当数のシニアクラスの漕手のフェリチン値は1リットル当たり80~100 マイクログラム以上を維持していた(これは豊富な鉄分補給を示している)。

これに対し、青少年の女子選手の場合ほとんどの若年者(ジュニア、若齢シニア)においてフェリチン値が50~60 マイクログラム 1/リットルの限界値又はそれを下回り、トランスフェリン値は2.8~3.2g 程度であり、鉄分の再蓄積の必要性を示している。

以下の表にナント支部で6年間実施した測定値をコメントを交えて示す。

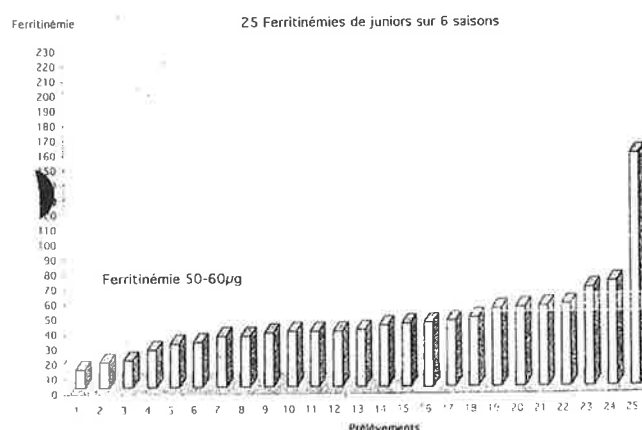
● Tableau 1 : 6 シーズンでの漕手のフェリチン値 (33 採血)

Tableau n°1 :



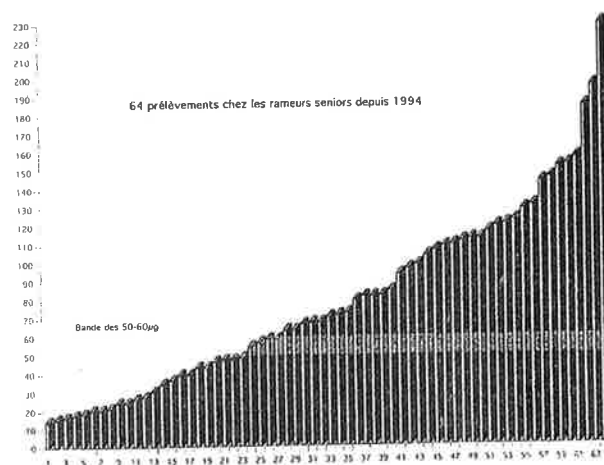
青少年女子（シニアとジュニアの混合）の 75%が 40 マイクログラム／リットルのフェリチン限界値を下回り、40%が数ヶ月の鉄分補給剤投与にもかかわらず 20 マイクログラム／リットルの危険値以下であった。全体的に最も数値の低い選手たちは赤身の肉や内臓等の鉄分を多く含んだ食事を嫌う選手であることに留意する必要がある。

● Tableau 2 : 6 シーズンでのジュニア選手のフェリチン値 (25 採血)



ジュニア選手のフェリチン値は若齢のシニア選手とよく似た傾向にあり、2 人に 1 人 (50%) が 40 マイクログラム／リットルの限界値を下回り、50～60 マイクログラム／リットル以上の選手は 5 人に 1 人 (20%) のみであった。この結果はこれらの漕手の鉄分量の脆弱性と示している。

● Tableau 3 : 1994 年以降のシニア漕手のフェリチン値 (64 採血)



シニア選手の血液検査結果のみと、その 50%が 50～60 マイクログラム／リットルの幅を下回るとともに、25% (4 人に 1 人) が 30 マイクログラム／リットルを下回っており、数多くの選手が鉄分不足の様相を呈している。しかし、女子及びジュニア選手と比べれば、シニア選手のフェリチン値はより充足されているといえることができる。

IV 結論

フェリチン値の測定は実施が容易であり、複数の血液中のパラメーター (トランスフェリン、ヘモグロビン率、平均血球量等) によりいろいろな情報を明らかにしてくれる。この測定により一定期間継続的に厳しい練習に晒される身体組織中の鉄分量の情報を得ることができる。

フェリチン値は疲労の状態や選手のパフォーマンスの低下を示す唯一の指標ではないが、特に 20 マイクログラム／リットル以下のフェリチン値は筋肉疲労とパフォーマンスの早期低下を引き起こす。

他方、身体組織中の鉄分は病気に対する感染防御機能をはじめ様々な機能を担っている (この分野でのハイレベル競技者の脆弱性が知られている)。

我々のすべての高強度スポーツ選手のフェリチン値を測定し、その結果に問題がある場合に対策を講じることは大変興味深い。

(Les Revue des Enrtaineurs] 2000 年 8 月第 9 号)

軽量級

仏代表男子軽量級舵なしフォアコーチ

M.Bruno BOUCHER

本稿ではオリンピック種目としての軽量級の歴史とルールを振り返った後に軽量級の性格と特徴を明らかにする。7年のコーチ経験を基礎として軽量級のパフォーマンス達成にとって重要と思われる事項を取り上げ、仏国内での我々の取組みを紹介する。

● オリンピックにおける軽量級の歴史

1992年バルセロナオリンピックの後、国際オリンピック委員会(CIO)と国際漕艇協会連盟(FISA)はオリンピックプログラムに軽量級を統合することによってボート競技をより世界的な種目にすることを模索した。1993年のFISA総会で軽量級がオリンピック種目になることが決定され、1996年のアトランタオリンピックで初めて男子ダブルスカル(2×)、舵なしフォア(4-)、女子ダブルスカル(2×)の3つの軽量級種目が導入された。

● 国内及び国際ルール

FISAはクルーごとの平均体重を定めた。男子4-及び2×では漕手の平均体重70kg、個々の漕手の最高体重(限度)72.5kg、女子2×では平均体重57kg、最高体重59kgが設定された。

選手は日ごと及びレースごとに体重測定を行う。この計量はレース日における最初のレース前1~2時間に行われる。

このルールは仏漕艇協会連盟(FFSA)のレースコードにも規定され、仏国内でも同様のルールが適用される。

このルールにより個々の漕手が計画的な体重管理を行うほか、クルー全体がその遵守のために多くの注意を払わなければならなくなった。

● フランスのシステム

フランスでは94年以降、国内漕手の漕力テストにおける体重管理システムを実施している。各漕手は12月のエルゴテスト前及びヘッドオブリバー大会前に体重を測定する。軽量級選抜のための男子の最高体重は73kgである。

漕手が軽量級に出漕するかの決定に際しては健康基準を考慮しなければならない。このため、私は「自然軽量級」(poids legers naturel)の概念の普及を進めている。冬場の体重と夏場(レース時)の体重との差が6kg以上ある選手はリスクを課されると認識する必要がある。減量のために多くの事故が発生しそのいくつかは重大な事故になっている。

フランスでは冬場とレース時との体重差は4.5kgである(シドニーオリンピック候補選手全体の平均体重差)。詳しく説明すると、93年以降の複数の軽量級選手の計測結果から冬場(12%)と夏場(レース時7%)における体脂肪率の格差は5%であった。女子軽量級では冬場18%、夏場12%(格差6%)であった。

体脂肪率の計測にはいくつかの方法がある。我々が利用している方法は皮膚の皺の数を計測するメジャー(pince:皮膚を挟む器具)を使った6皺(plis)法である。この方法は実施が容易でありかつ十分な情報を提供してくれる。

体脂肪率のより正確な計測のために以下の方法を使用することが可能である。

- ① インピーダンス測定法 (la method d'impedance-metrie、電氣的測定法)
- ② 水中計測法 (la method de mesure par immersion)
- ③ 磁気共鳴映像法 (la method d'imagerie par resonance magnetique (IRM))

④ 骨密度計測法 (l'osteodensitometrie : X線スキャナー)

どの計測法を用いるとしても、計測条件を標準化（規格化）することが重要である（手法、ルール、測定者、測定器具等）。

● 減量

減量に関して優先されるべき規則は漕手の経験に基づいた実施が容易な規則であることである。つまり、青少年の漕手の場合これらの規則の教育が重要である。

我々はこの数年のフランスナショナルチームの漕手に関する現状評価を行うことができた。その大半のケースで冬場の体重が我々が設定した枠組みに一致している（次頁のグラフとコメントを参照）。

★ 2人の漕手の体重変化の推移のグラフのコメント

・この2つのグラフはフランス選手権の準備をしている小艇の2名の漕手の体重変化の推移を示している。この2つの体重変化の推移は異なるが以下の点を示している。

① 朝と夕の体重の変化（格差）。夜の間に男子選手の場合で 600~800g、女子選手の場合で 400~600g 自然に体重が減る（新陳代謝、排便、排尿）。

② レースに向けた体重減少の管理。19 日間で 1 人の漕手は 77.100kg から 70.5kg に 6.6kg 減量し、もう 1 人は 71.5kg から 68.9kg に 2.6kg 減量している。

・レース前の筋肉のウォーミングアップにより僅かな重量が減少することを考慮することが重要である。4km の水上練習又は 15~20 分のランニングによって 600~800g 程度の体重が減少する。しかし、これらは以下の要素に依存することを考慮する必要がある。

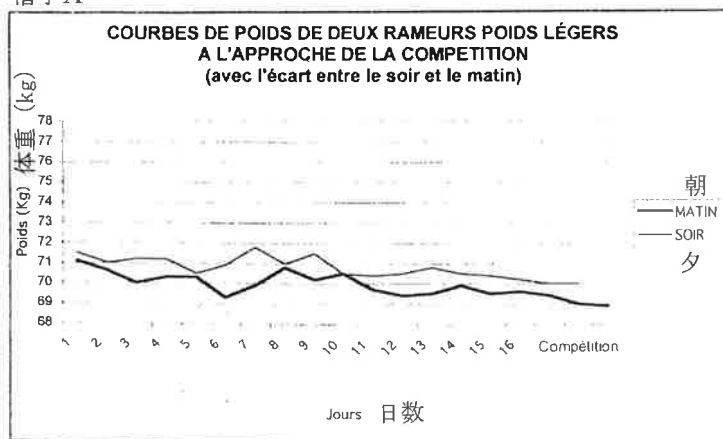
① 個人差

② 服装

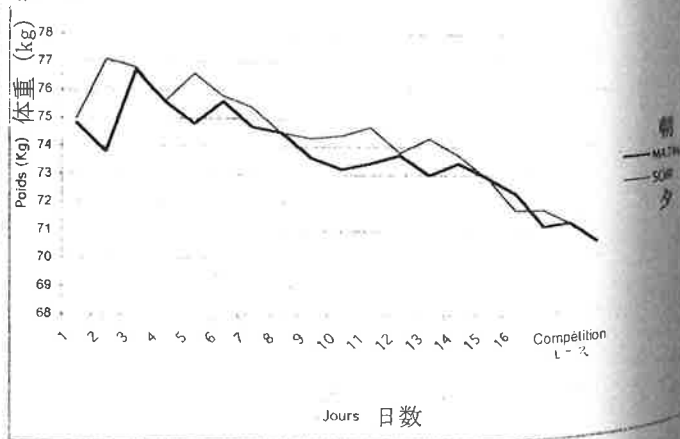
③ 外部の天候（寒いときや雨のときの減少はより難しくなる）

○ 2名の仏代表漕手の体重変化の推移

漕手 A



漕手 B



● 食事

体重管理は食事の監視を通じて実施される必要がある。これは直ちに減量を意味しない。私の見方では減量を行えば無理が生じ、無理が生じるとパフォーマンスに支障を来す。私は日常の食習慣（食生活）の重要性を指摘したい。食習慣はすべてのスポーツ選手が本当にその名にふさわしいかどうかということに関係している。食習慣は最後の段階での取り組みでなく、シーズンを通じた長期間で取り組むべきことである。

練習時のエネルギー消費は軽量級と無差別級ともに同一であり、カロリー補給を必要とする。そしてカロリー補給はバランスのとれた食事によってのみ可能である。食事は栄養上の詳細な規則に対応したものでなければならない。

● 水分補給 (hydration)

「のどが渇く前に水分を補給せよ」という考えはすべての選手に知られている。しかし、軽量級において減量のために効果的な水分放出 (deshydration: 細胞内の水分の減少) を行う場合には水分補給の管理はデリケートである。この(水分放出による)減量方法は健康のみならずパフォーマンスにとって危険であるにもかかわらず最も多く利用されている。

レースの前日、最後の乗艇後のよく鍛えられた漕手の体重はレース時よりわずかに (300~500g) 減少していることを観察する。彼等は自然な水分放出と排便前のポリウム (le volume des selles) の体重に基づいて体重管理を行っている。更にレース前の筋肉のウォーミングアップによる一時的な体重減 (個人差やエネルギー放出時間によるが 300~500g 程度減少) を考慮する必要がある。

以上の分析事例は漕手又はチームにとっての理想的なケースである。もちろん、レースの時刻が極めて重要なことは言うまでもない。レースが午前中にある場合は体重管理のために普段の食事の時刻を変更する必要はない。しかし、レースが午後の場合は計量時までの栄養水分補給を考慮しつつ 1.5kg までの減量手段として午前中の乗艇を考慮する必要がある (乗艇でない場合はエルゴ又はランニング)。

公式計量前に体重の余裕がある場合は漕手は余裕分相当の水分補給をしながら体重を調整する (体重管理はできるだけ早く行う)。余裕が全くない場合漕手は計量時まで自重し静かに休むことを強いられる。後者は漕手がレース前 2 週間における体重管理がうまくできなかったケースであり、この場合漕手はしばしばいわゆる "Footing K-way" のランニングを行い、肉体的な潜在能力や健康を損なう。

水分の放出はミネラルの損失を意味している。それは主に細胞内のガス交換反応によって生じ、生産効率の損失を引き起こす。我々は急な減量が以下のような選手の行動の変化、兆候を生じさせることを観察する。

- ・攻撃的、短気 (irascible)、非社交的な行動の過度な増加
- ・不機嫌 (des troubles d'humeur)
- ・精神的な混乱
- ・失見当識 (時間・空間間隔の喪失: desorientation spatio-temporelle) (動作の減退、調整トラブル等)

これらの行動の変化はその漕手自身の健康リスクであるとともに、彼が正常でないために他のメンバーにとってのリスクにもなる。

女子と男子との体重差は 10kg 程度あることから女子の 1kg の減量は男子よりも難しい。更に生理期間を考慮する必要がある。生理は漕手に 600g~1kg の体重増又は反対に体重減を引き起こす。他方、これはレース期間の数周期前からの計画的な体重管理によってコントロールできる事柄である。一般的に女性にとっての生理期間はエネルギー損失、健康状態の低下と同義語であることを考慮する必要がある。

● パフォーマンス

コンセプト II による冬場のエルゴメーターテストによって世界の軽量級漕手のスコア表を作成することができる。ただし、世界エルゴ選手権での (軽量級) 制限体重は 75kg であり、この制限値は我々のエルゴテスト (制限体重 73kg) と世界のエリート選手との比較をするためには高すぎる。しかし、現実にはフランスでの軽量級男子の最高スコアは自然軽量級漕手 (un poids léger naturel) であり、彼はテスト時の体重 72kg で 2000m エルゴ漕 6'10"20 を記録した。軽量級女子の最高スコア

アは 7'02"30 でテスト時の体重は 59kg であった。フランスの軽量級代表選手（スカルとスイープ混合）のこの国内最高タイムとの差は約 4 秒である。

軽量級代表選手の筋力テストの平均値は以下のとおりである。

種目	男子	女子
7 分スクワット	150 回 (50kg)	70 回 (40kg)
7 分ベンチローイング	180 回 (50kg)	85 回 (40kg)
スクワット max	138kg	95kg
ベンチローイング max	87kg	60kg
クリーン max	83kg	53kg

● 技術

これまでの会報の中で漕艇技術の問題が幅広く取り上げられてきたので、本稿で特別にこの問題を扱うことは有益でない。技術はすべての種目、すべての選手にとって必要な事柄である。

本会報第 8 号に掲載された Eberhard Mund 氏の記事（「軽量級と無差別級のパフォーマンスの比較」）がすべての種目のレベル（質）を規定する「有効レンジ」の質も問題を取り上げ、軽量級と無差別級のタイム差が短縮していることを明らかにしている。

● 体格計測 (biometrie)

選手の体格はよくなる傾向にあるが、軽量級の平均的な体格は通常の基準の範囲に止まっている。シドニーオリンピック男子軽量級選手 6 名の平均身長は 180cm、女子 2 名の平均身長は 170cm である。

● トレーニング

練習に関しては軽量級と無差別級で乗艇キロ数、サーキット 2 の実施回数ともに違いは全くない。ハイレベルの選手への要求はすべて同じであり、軽量級の特殊性は存在しない。

● 用具

軽量級に使用されている艇の長さは若干短く、リガースプレッドも調整されている。この違いは軽量級の男子と女子の間にもある。しかし、これが軽量級と無差別級の間での唯一の重要な違いである。何故ならばブレードやオールはリギングを変えた上で同じものが使われているからである。

● リギング

リギングの基準の提示は常にデリケートである。何故ならばリガースプレッド (l'entre-axe) やオールの内長 (Lever、ピボットの位置) は漕手の技術の熟達度 (aisance)、身体能力、更には外的な環境条件（レースコンディション）に依存しているからである。

分かりやすい指標として以下にフランス軽量級オリンピック代表 3 クルーのリギング値を示す。

単位：cm

	オールの内長	リガースプレッド	オールの長さ
4-HPL (男子)	115.5	85.5	374.5
2×HPL (男子)	88	159.5	290
2×FPL (女子)	87.5	158	288

● 展望

今日軽量級種目への出漕は無差別級種目と同様にハイレベルの実力を必要とする。様々な水上での結果は安易な方法はないことを示している。軽量級はしばしば「第 2 の種目」(sous-categorie)

と呼ばれるが、静かにしかし確実に国内及び国際ボート界にその地位を築きつつある。

しかし、漂流するリスクは常にある。漕手は軽量級への出場のために行き過ぎた水分喪失 (assechement : 乾燥) (自然及び故意) により健康を大きく損なう可能性がある。我々は選手の健康問題だけでなくドーピング問題にも直面している。

軽量級は体格の相違の観点から正当化されたが、この体格の相違は軽量級に疑問を投げかけるとともに、軽量級全体の問題として片づけてしまう極端な事例になっている。

軽量級種目は我々に優れた漕手のプロフィールとともにこの種目の真の機能、論理を明らかにした。やせ細っていること及びこの種目が導入された精神の尊重によって混乱を回避し発展させるのは個々の漕手、コーチ、クラブの代表である。

最後に、私はクルーごとの平均体重のルールが軽量級に課せられている主要な問題であると考え。実際、クルーの平均体重の規制によってすべての選手が減量の努力を強いられている。我々は1人の重い漕手 (体重 72.5kg) のために他のメンバーがその体重超過分を埋め合わせることを強いられるという経験をもっている。こうした事実の確認から私は第1に軽量級に出漕するための個々の選手の体重をより正確にするとともに、第2に自然状態で設定体重以内にある漕手を確保するためにそれを法的なものにすべきと考える。このことは将来の議論の基礎になるが、私は現在の限界平均体重 (男子 70kg、女子 57kg) と同一の体重が非常によい妥協点になると思う。

(「Les Revue des Entraîneurs」 2000 年 8 月第 9 号)