

運動生理学から見た 咬筋活動とスポーツ動作

新潟大学教育人間科学部
保健体育スポーツ科学講座

山崎 健



はじめに・・・

- スポーツパフォーマンスを支えるスポーツ医学の飛躍的発展
- 「メディカルチェック」から「メディカルサポート」へ
- Plan-Do-Check-Action-(re) Plan というサイクル
- 「三日坊主」は何故いけないのか？

「運動」-「栄養」-「休養」のマネジメント

- 筋カトレーニングとタンパク質摂取
- 持久カトレーニングと炭水化物摂取
- 練習終了後30分以内の炭水化物・アミノ酸摂取
- 貧血予防:鉄分とタンパク質の同時摂取
- 就寝前のタンパク質摂取と筋カトレーニング
- 成長ホルモンの分泌と「深い眠り」で再合成

運動とエネルギー生産

- エネルギー生産系から見た三つのシステム
～100mからマラソンまで～
 - ATP-PCr系: 7秒程度のバッテリー
 - 解糖系: 乳酸生成によるガソリンエンジン
 - 酸化系: 乳酸を生成しないソーラーパネル
- 乳酸の85%程度は酸化されて再利用される
「乳酸処理能力」も重要

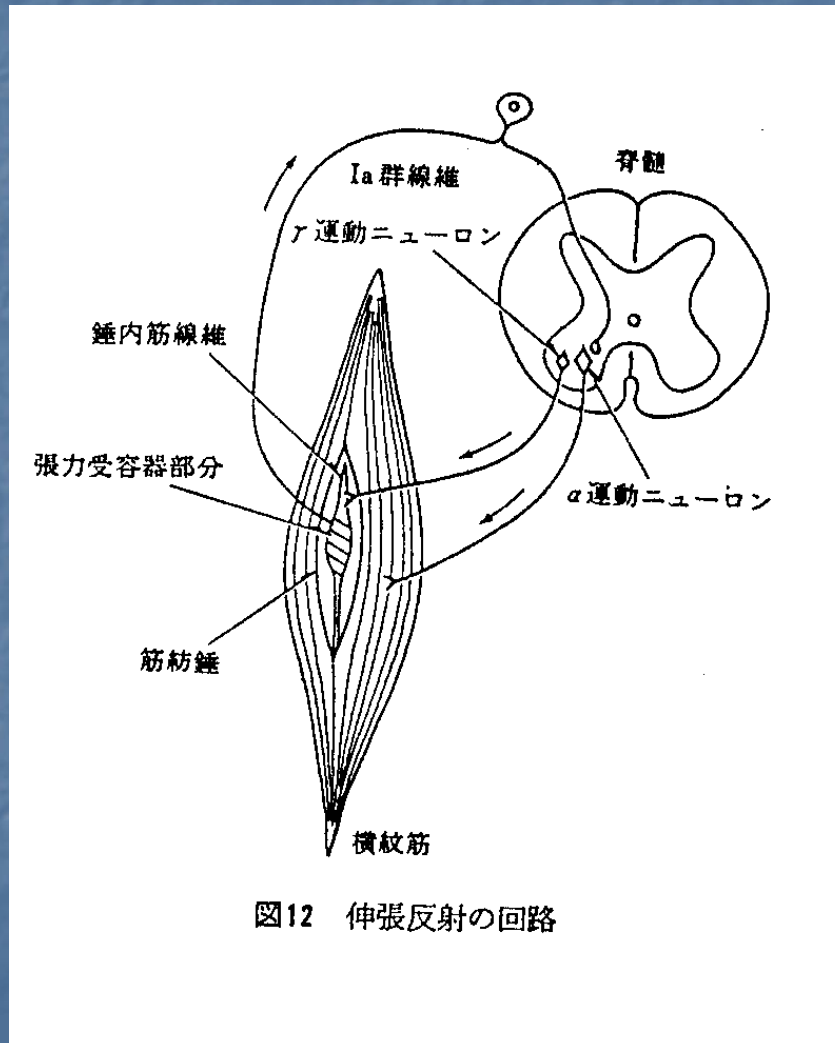
筋線維の3つの種類

- FF系線維（電氣的収縮特性 90～100Hz）
50g相当の張力と100^{ms}程度の収縮可能時間
- FR系線維（両者の中間的性質）
15g相当の張力と150^{ms}程度の収縮可能時間
- ST系線維（電氣的収縮特性 35～45Hz）
数g相当の張力と200^{ms}秒以上の収縮可能時間
- それぞれが数グループに分かれて活動（ドミナント）

それらを支配する大脳皮質運動野では・・・

- FT系筋線維を支配
 - 速い(F)錐体路細胞と脊髄の相動性(P)細胞
- ST系筋線維を支配
 - 遅い(S)錐体路細胞と脊髄の緊張性(T)細胞
- 錐体路細胞の比率も筋線維内の比率も固定的
 - つまり「瞬発系」はやはり「短期決戦型」!
- ただしトレーニングによる効果は両者ともある

姿勢と運動の制御：反射



筋線維を動かすα運動
神経

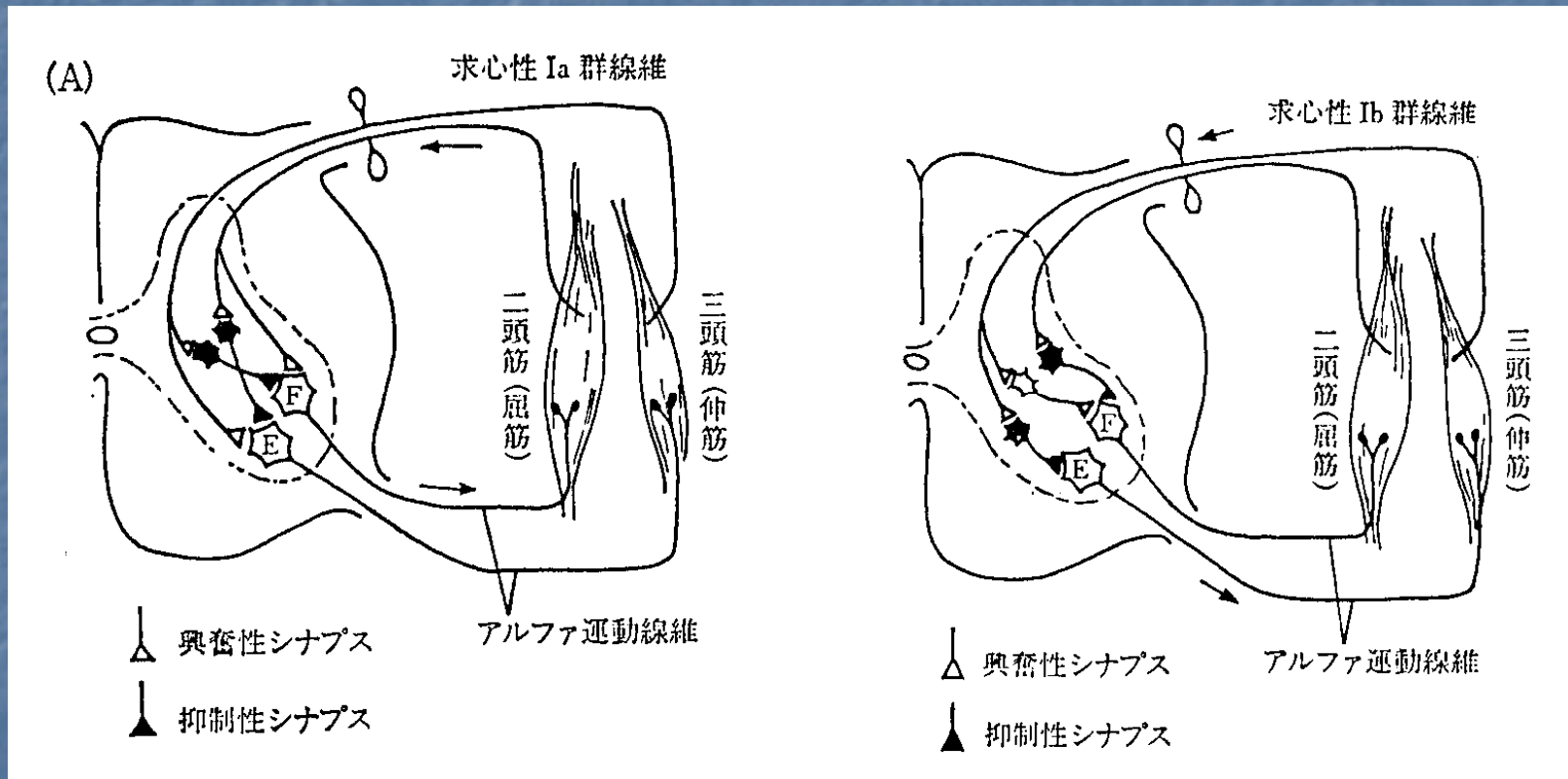
筋紡錘を動かすγ運動
神経

上位中枢からの二つの制御

よく似ているが...

筋肉内にある筋紡錘

アキレス腱にある腱紡錘



もっと複雑に

..いてて画鋏踏んだ！

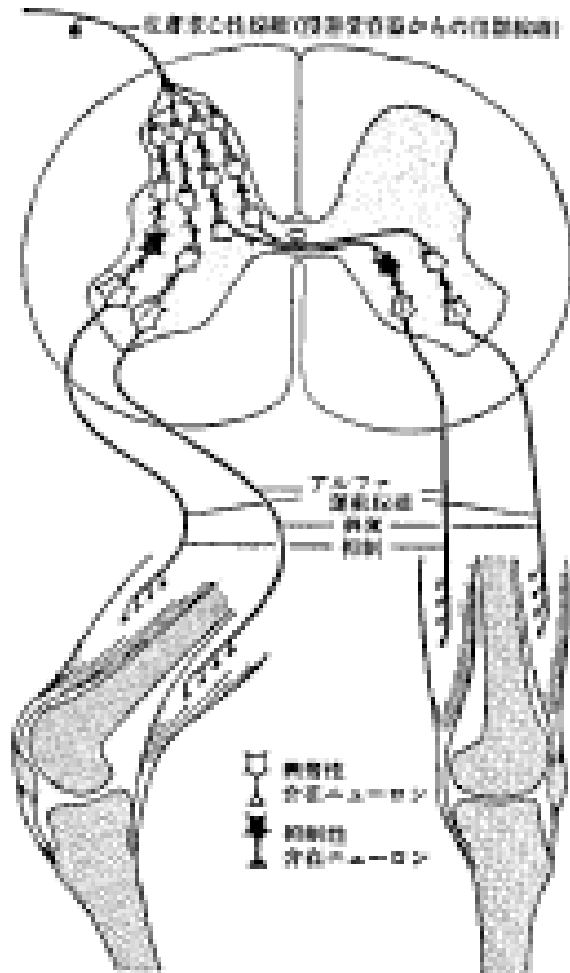


図11 膝反射の経路。侵害刺激が入ってくると、屈筋運動の細胞（F）を興奮させ、脚の屈曲を起す。と同時に、伸筋運動細胞（E）には抑制が働き、屈曲運動をよりすみやかに起すようにする（シュミット等、1978）。

運動と姿勢反射・レディメイドの妙

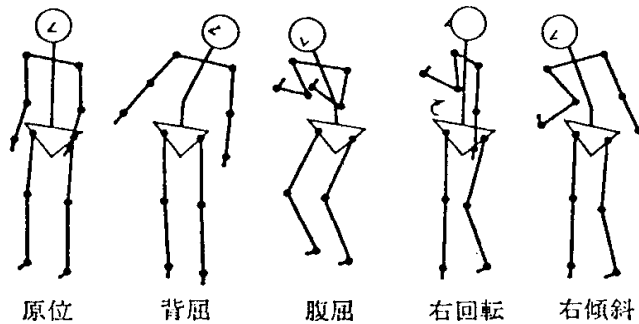
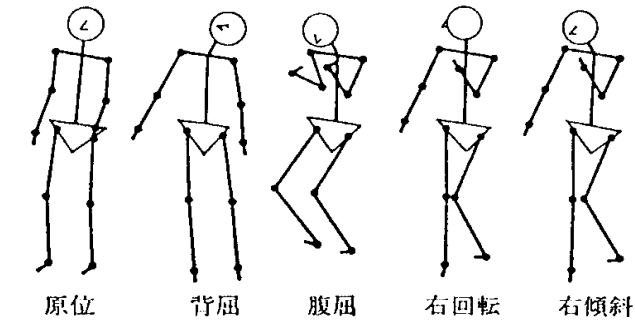


図 6-6 首や腰の動きによって起こる姿勢反射
(時実, 1953)

上段頸反射, 下段腰反射: 首や腰の動きに伴って, 身体の姿勢のバランスをとるために, 手と足の筋緊張が変化して, 手足の屈伸が起きる反射が生まれつき組み込まれている。

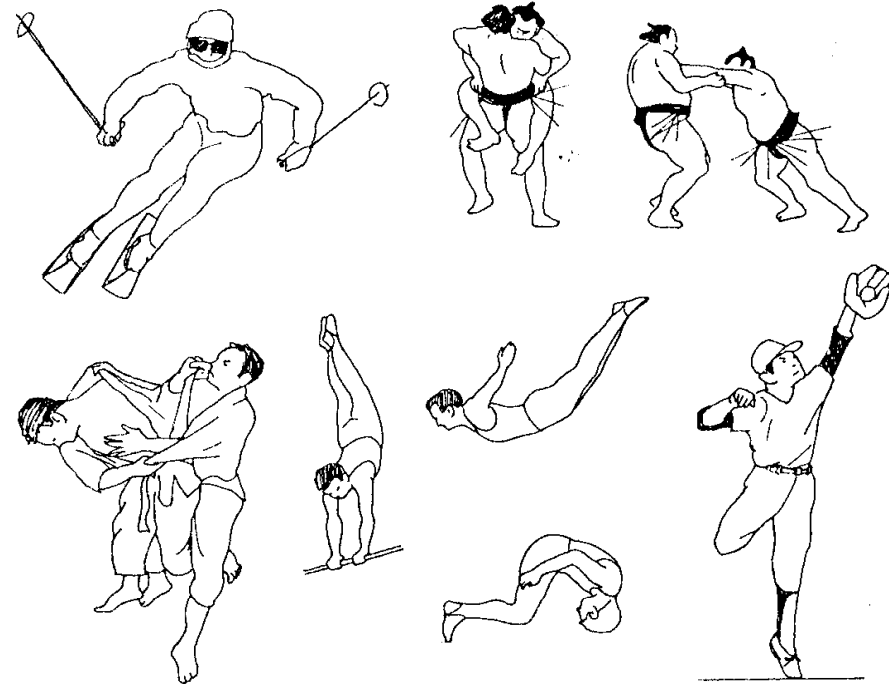


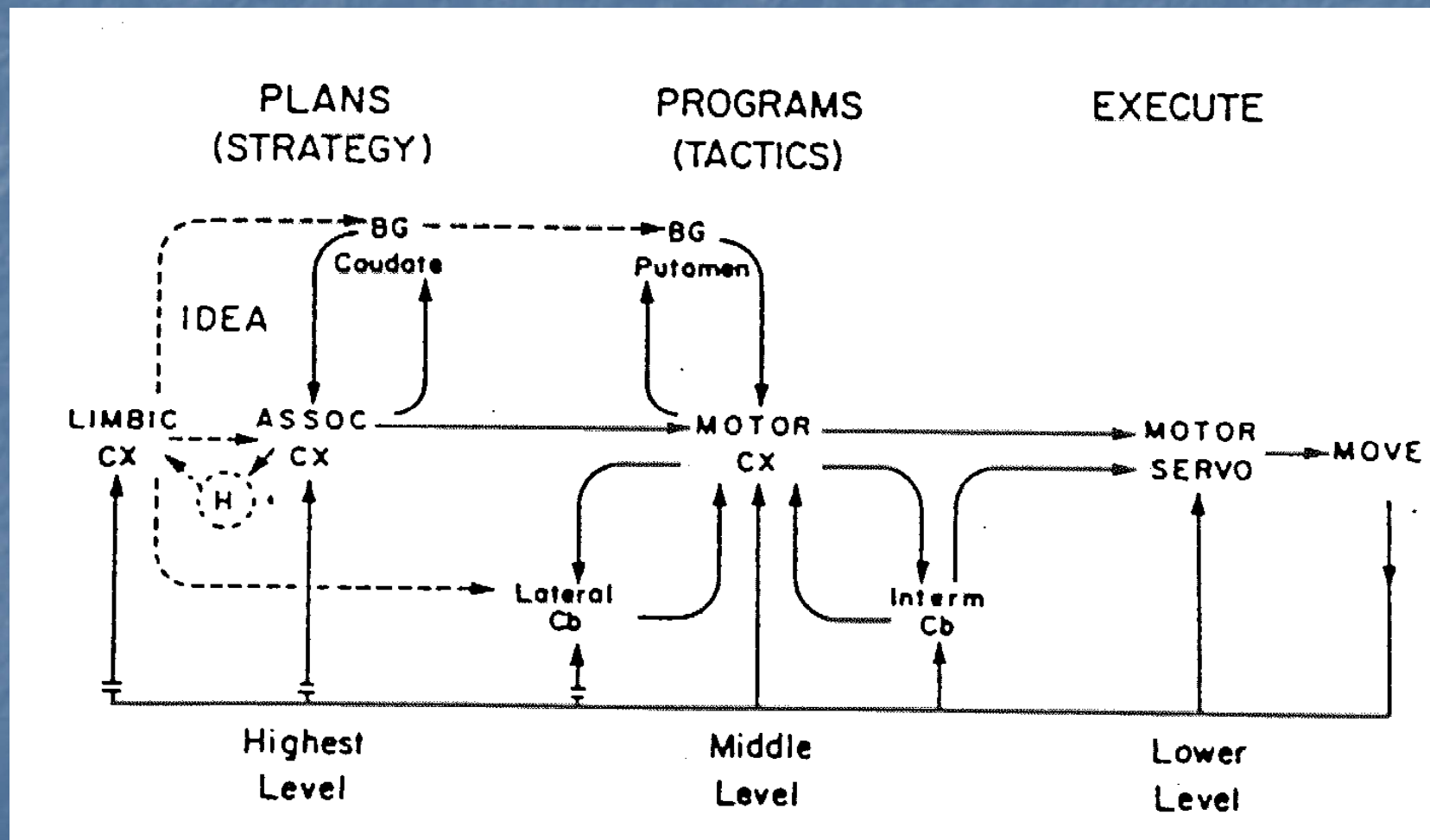
図 6-7 スポーツの動作にみられる姿勢反射の例 (福田, 1957)
スポーツの動作の中には姿勢反射にかなった動きが多く見られる。
こうした動きは無理がなく美しく見える。

姿勢反射とスポーツ場面の関連

骨格系の構造と「鎖と棒」の理論

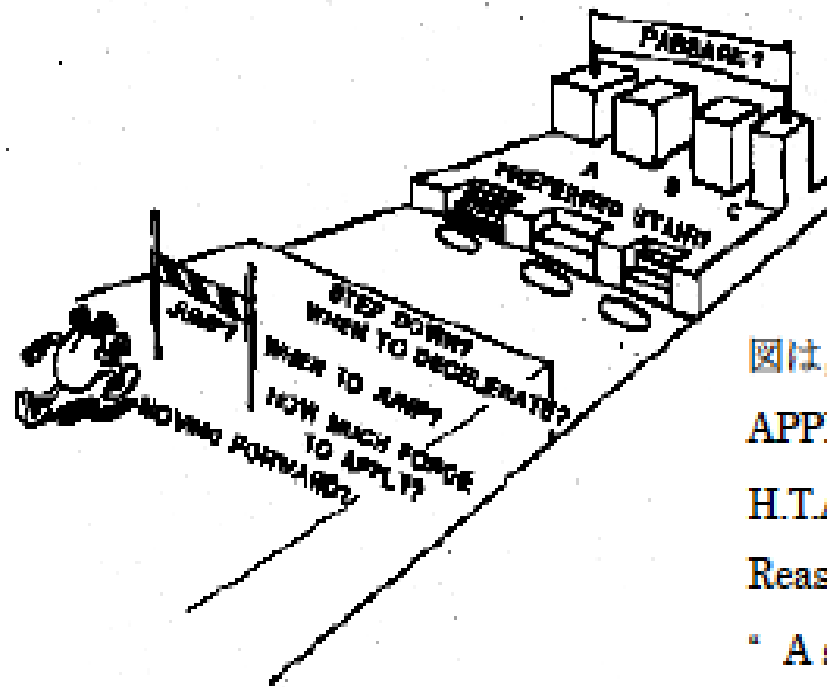
- 骨-関節-骨-関節-骨・・・
- 骨に腱でつく筋-関節-骨に腱でつく筋・・・
- 上位筋群のみの収縮では・・・
- 上位-中位-下位の筋群の同時収縮では・・・
- 「伸展反射」の位相ズレ制御も・・・
- 「膨大な自由度」を制御する必要がある
・・・というよりも既に制御している事実！

運動に関わる情報の流れ



(Brooks: 1986)

生態学的アプローチ (心理学のギブソン学派)



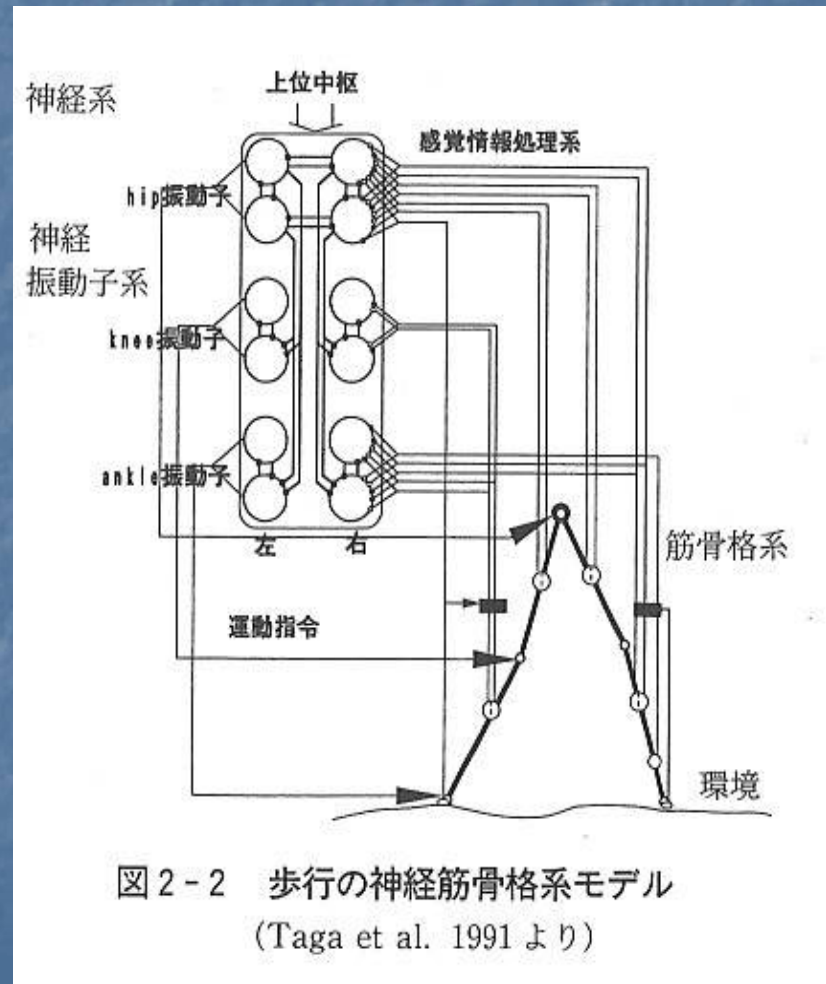
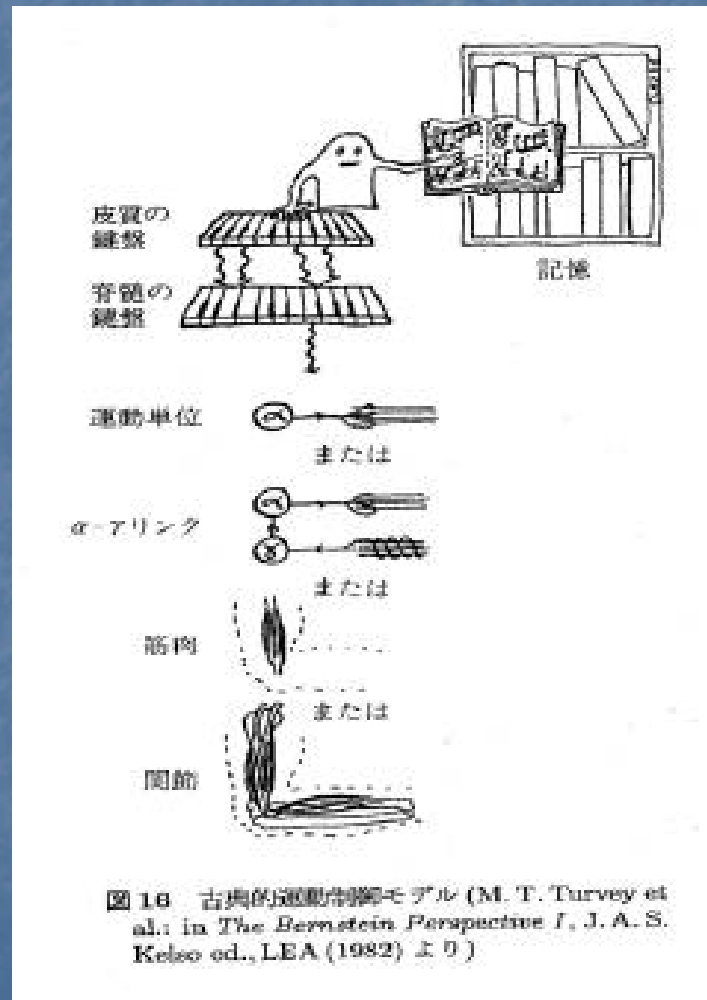
図は, M.T. Turvey, P.N. Kugler : AN ECOLOGICAL APPROACH TO PERCEPTION AND ACTION, (In H.T.A. Whiting Ed. "Human Motor Action Bernstein Reassessed") pp.375

" A small sample of the meaningful problems that the surrounding layout of surface poses for locomoting animal."

筋-腱複合体という概念

- Bernstein (19cのロシアの生理学者)
- 骨格筋と骨とをつなぐ腱の存在
弾力性の高い骨格筋とあまりない腱
姿勢保持や動作発現でのタイムラグ
- 身体の持つ高い自由度と同一の運動経過と
いう矛盾 (ベルンシュタイン問題といわれる)

多分システムは複数系統存在する・・・



運動の自己組織ということ

従来
の
(?)

神経系 = 制御主体
筋骨格系 = 制御対象
環境 = 外乱因子

という定式の矛盾(?)

- 「神経-身体-環境」系の強結合(多賀巖太郎:2002年)
トップダウンとボトムアップの反復による「新秩序
(シナジェティック)」と「旧秩序(スレイビング)」

動作と弾性効率

- 伸張反射による「弾性エネルギー」の再利用
- 短距離選手は秒速7m以上で効率がよく、長距離選手は秒速6m以下で効率がよい
- 効率のよい動作パターンに「収斂」するらしい
- 「巧みな動作」を実現する小脳の自動学習性
(伊藤正男:1992年)

ここまでは四肢の身体の話で・・・

- 咬筋活動はどうなっている？
- 「最近の子ども」のおかしさ
 - 体格の向上と体力低下？
 - 生活リズムの夜型化
 - 食生活の偏り(好きなものしか食べない！)
 - 軟食化(“しゃりんとう”でないと売れない)
 - 咬筋活動と脳の覚醒水準

咬筋活動と姿勢保持

- 姿勢保持

咬合がアンバランスな選手では重心動揺が多い
(石上ら:1999年)

- 動的姿勢保持ということ

剛体では「動けない」:歩行ロボットの革新
Tonic と Phasic の二つのシステムの存在

ある程度の関節固定と急速な姿勢補正

重心動揺-補正に先行する咬筋活動(小笠原ら:
2004年)

高齢者のQOL

- 高齢者の転倒予防と口腔環境
姿勢制御と咬筋活動の関連
- 高齢者の身体活動量確保
「貯筋」ということ・・・最大の大腿四頭筋
- QOLからQOC(Quality of Community)へ
「ふれあい」や「生きがい」
Spiritual Health というWHOの新概念

咬筋活動と筋力発揮

- 「笑顔」と「噛みしめる」こと
- 予防医学的視点からのマウスガード着装
 - 短期的課題：外傷の予防（石上ら：2003年）
 - 長期的課題：トレーニングの継続をサポート
- 静的筋力発揮
 - 咬合挙上装置による症状改善と筋力回復（上野ら：1999年）
- 動的筋力発揮
 - ゆっくりとした噛みしめは効果がある？（隅田ら：1999年）

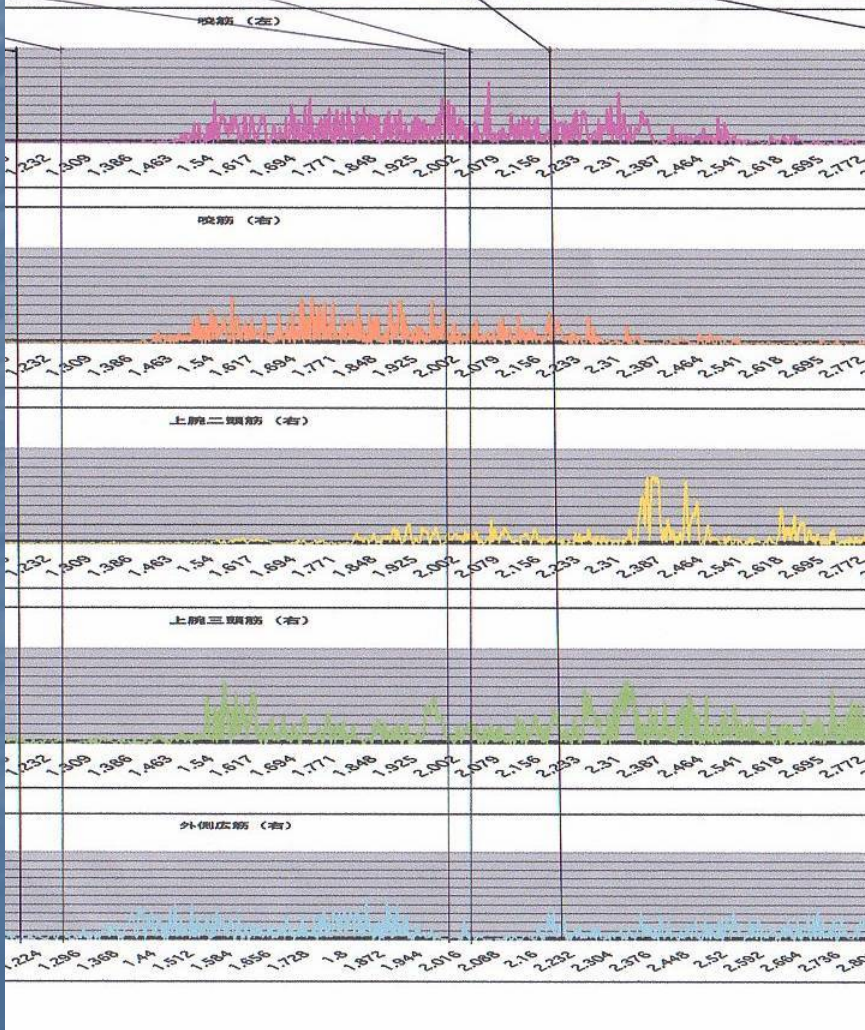
口腔環境とスポーツ

- 安全のために義務付けられるMG: 保護機能とパフォーマンスのバランス
- パフォーマンスとMG: 自転車競技者のゴールスプリントやバッティング
- ウェイトリフティング(スナッチ)と咬筋活動の対応
(小笠原ら: 2005年)

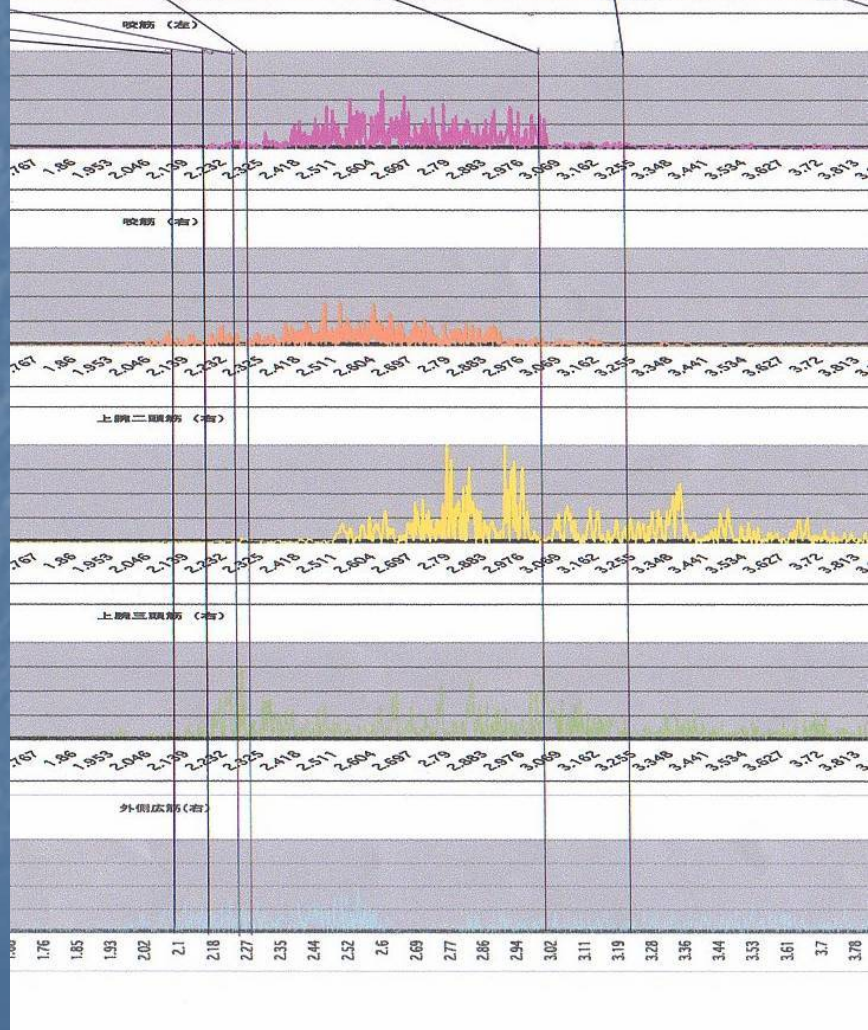
現在継続して共同研究中です

新潟県ウェイトリフティング協会・新潟県教育委員会・日本歯科大学・新潟県歯科医師会と新潟大学

マウスガード装着



マウスガード非装着



これからの課題

- 栄養摂取と口腔環境の改善：スポーツ栄養学との関連
- スポーツパフォーマンスの向上とMGの設計（形状と材質）
- スポーツ動作や場面に対応した複数のMGが必要？

Ex. ”使い捨て型“ ”動作修正用“ ”筋力発揮用“ など



***Special Thanks for Your
Attention and Endurance!***

***See You at Somewhere or
Honolulu in this December***

Sincerely Yours Ken YAMAZAKI