

図3.10 (a) 膝蓋骨は膝の運動軸と大腿四頭筋腱との距離を延長し、大腿四頭筋群の機械的有効性を増大させる。(b) 膝蓋骨がなければ、膝蓋靭帯が膝の運動軸に接近するため、モーメントアームが短くなり、機械的有効性は低下する。  
B.A.Gowitzke and M.M. Iner 「Scientific bases of human movement, 3rd ed.」184-185 ( Baltimore MD Williams & Wilkins, 1988) より許可を得て転載。

- ・ウェイトを挙げる運動では、モーメントアームの長さは、バーベル、ダンベルの中心を通る線から、回転運動の起こっている関節までの水平距離に等しく、ウェイトの拳上に伴って変化する(図3.12)。

骨格筋の多くは機械的有効性が非常に低い。このため、スポーツ競技やほかの活動では、手足が外部の物体や地面に及ぼす力よりもかなり大きな張力が、筋や腱に加えられている。

## 腱の付着部位の多様性

腱の骨への付着部位には、人体のほかの構造と同じくかなりの解剖学的な個人差がある。関節の運動軸から遠い位置に腱が付着している人では、モーメントアームが長く、大きなトルクを発揮できるため、より高重量のウェイトを拳上する能力がある(図3.11において腱の付着部位が図の位置よりも関節から遠い場合、モーメントアーム〔M〕は増加する)。ところが、腱の付着が関節から遠いことは、運動に有利にのみ作用するとは限らない。すなわち、腱の付着が遠い場合には、一定可

動域の運動のために大きな筋の短縮距離が必要とされる。言い換えれば一定の筋の短縮距離に対して生じる関節運動の角度が減少するため、関節の運動速度上昇には不利に作用する。図3.13はこれを示したもので、仮定上の筋が伸展位から一定量短縮した場合、図3.13aでは37°の回転が起こるが、腱の付着部位が関節の中心から遠い図3.13bでは、34°の回転しか起こらない。

関節の回転速度を一定にするためには、腱の付着が関節から遠い場合にはより速い筋収縮速度が必要となるが、本章後半に述べるように「力-速度関係」(40)が反比例の関係にあることから、速度を上げると発揮張力は低下する。従って、腱の付着部位が関節から遠い場合、速い動作で発揮される力は低いことになる。

このように、構造的にみられるわずかな個人差は、実際の運動において有利にも不利にも作用する。例えば、腱の付着部位が関節から遠いほうがパワーリフティングなどの遅い動作には有利であるのに対し、テニスのストロークのような速い動作には不利に作用する。

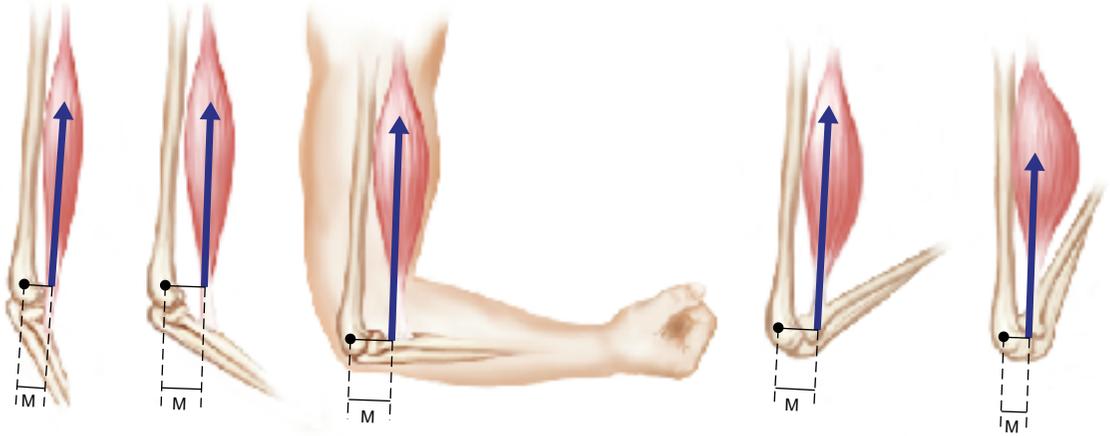


図3.11 上腕二頭筋の収縮により肘の屈曲が起こると、可動域を通じて運動軸から上腕二頭筋腱の作用線までの垂直距離が変化する。この場合もモーメントアーム (M) が短いほうが機械的有効性が低い。

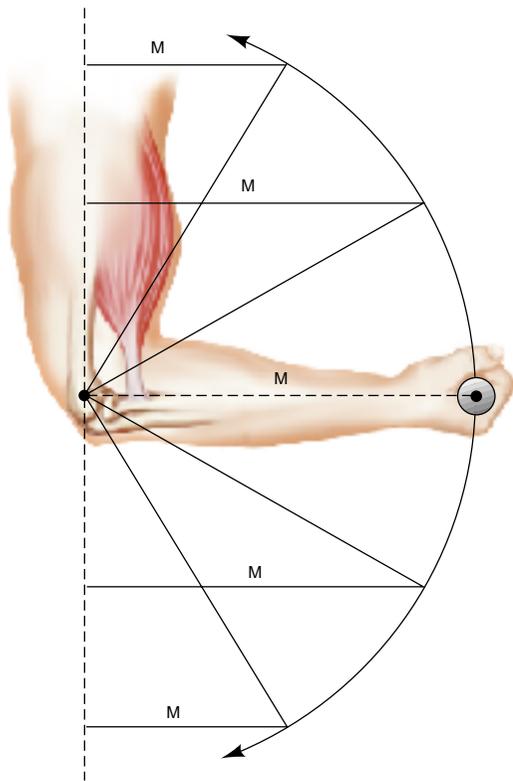


図3.12 ウェイトの挙上に伴いウェイトと肘との水平距離が変化するため、モーメントアーム (M) と抵抗トルクが変化する。

## 人体の解剖学的平面

図3.14は、直立して、両腕を体側で下垂位とし手のひらを正面に向けた**解剖学的基本肢位**を示している。解剖学では、MRI画像に示されるように、

身体を左右に分ける**矢状面**、前後に分ける**前額面**、上下に分ける**水平面**の3平面でみるのが一般的である(各平面とも、必ずしも身体の中央を通らなくてもよい)。この解剖学的平面は、スタンディング・バーベルカールの動作は矢状面で、スタンディング・ラテラルレイズは前額面、ダンベルフライは水平面で動きが起こるといのように、動作の説明にも活用される。

## 筋力とパワー

「筋力」と「パワー」とは、スポーツ競技やその他の活動において、最大努力によってなし得る能力を表現するために使用される重要な言葉であるが、実際には一貫した意味で使用されていない。ここでは、ヒトの筋力とパワーに関する科学的知識と、筋力やパワーに影響を与える諸因子について解説する。

## 基礎的な定義

「筋力」が力の発揮能力であることに疑問の余地はないが、その測定方法については様々な意見がある。最も古典的な方法として、挙上可能なウェイトの重量を測定する方法があるが、技術的な進歩によって等尺性筋力測定が広く行われるようになり、さらに最近では等速性の筋力測定が一般

## ヘキサゴン (Hexagon) テスト

### 設備と器具

ビニール (カラー) テープ、ストップウォッチ、平坦なフロア

### 方法

1. ビニールテープを使って、一辺 61 cm、角度 120° の正六角形 (ヘキサゴン) をつくる (図 15.6 参照)。
2. 選手にウォームアップと練習を行わせる。
3. 選手を六角形の中心に立たせ、テストを開始する。
4. 測定者はスタートの合図を出し、ストップウォッチをスタートさせる。
5. スタートの合図で、六角形の中心から各辺のラインを超え、中心に戻るように両脚でホップをする。時計回りで 6 辺すべて 3 回ずつ行い、最終的には中心に再び立つ。顔はテスト中ずっと同じ方向に向けたままにする。
6. 六角形のラインを超えられずにラインを踏んだ場合、バランスを崩したり余分にステップを踏んだ場合、顔の方向を変えた場合には、テストの中止と再スタートの処置を取る。
7. 最後に六角形の中心に戻ってきたとき (計 18 回

の跳躍終了後) ストップウォッチを止める。

8. テストは 3 回行い、そのうちで最もよかったタイムを記録する。

注: ヘキサゴンテストのデータを p. の表 15.3 に示す。

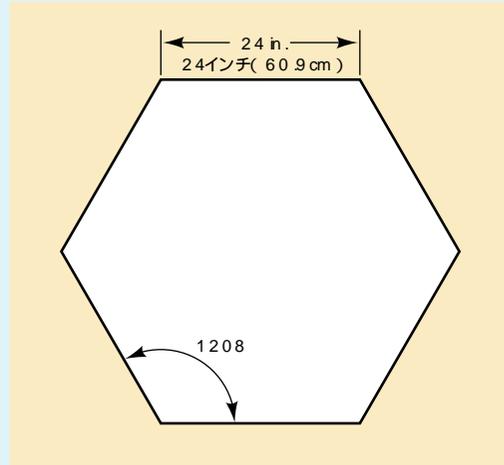


図 15.6 ヘキサゴンテストのレイアウト。  
Paulo 等 (2000) より改変。

## Edgren サイドステップテスト

### 設備と器具

体育館内に 3 フィート (91 cm) 間隔のラインテープで区切った 12 フィート (3.6 m) 幅のフロア (図 15.7 参照)、ストップウォッチ、計時者 1 名、計数者 1 名、記録員 1 名

### 方法

1. 選手に適切なストレッチングとウォームアップを行わせる。
2. 各選手にテストの練習を 1 回行わせる。
3. 選手は 12 フィートフロアの中央に引いたセンターラインをまたいで立つ。スタートの合図で右方向へ、右足が一番外側のラインに触れるか、またぐまでサイドステップする。
4. 次に左方向へ、左足が一番左側のラインに触れるか、またぐまでサイドステップする。
5. 10 秒間できるだけ速く、サイドステップで外側のラインを往復する。
6. 記録方法: 3 フィート区間 (例: センターラインから次のライン、そのラインから一番外側のライ

ン) を超えるごとに 1 点とする。

### 設備と器具

両足がクロスした場合や外側のラインまで指定された足が到達しなかった場合には、1 点のペナルティーを科す。

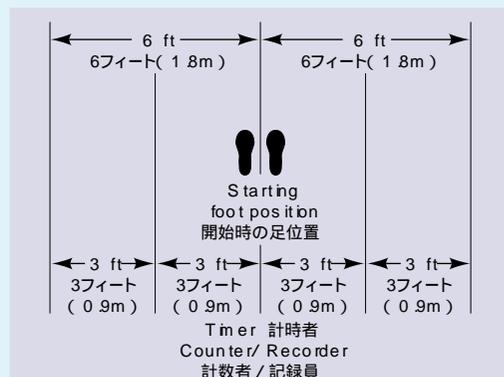


図 15.7 Edgren サイドステップテストのレイアウト。

## スピード

### 40ヤード ( 36m ) スプリント

#### 設備と器具

ストップウォッチ、スタートとゴールラインを引いた40ヤードと減速区間としての20ヤード以上の平坦な走路

#### 方法

1. 選手に数分間かけて適切なウォームアップとストレッチングを行わせる。
2. 少なくとも2回練習として最大下のスピードで走

らせる。

3. 選手の片手もしくは両手を地面につけさせ、スタートラインの後ろで位置につかせる。
4. スタートの合図により、全力で40ヤードを駆け抜ける。
5. 記録は2回行った平均とし、0.1秒単位で表す。

注：選手グループごとの40ヤードスプリントのデータをp. の表15.3に示す。

## 柔軟性

### 長座体前屈

#### 設備と器具

メジャーあるいはものさし、ビニールテープ（代わりに市販の専用測定器を使用することも可）

#### 方法

1. ハムストリングスや下背部に反動が加わらない動作で選手にウォームアップさせる。例として、3～5分間の速歩、膝伸展位での立位体前屈と上方への伸びの反復（急な動作を入れない）、踵を大腿後部につけるようなその場でのジョギング、最後に立位あるいは座位での体前屈によるストレッチングといった流れがある。
2. フロアにもものさしまたはメジャーをテープで貼り付ける。61cm長のテープを38cmの場所へ垂直に貼り付ける。
3. 選手は裸足で座り、0を身体のほうへ向けて両足の踵を30cm離す。つま先を上に向け、踵は38cmマークのテープに触れるようにする（図15.8a参照）。
4. 選手にゆっくりと両手をものさし上で前方へ伸ばさせ、この姿勢をしばらく保持させる。最もよいストレッチにするためには、伸ばすときに息を吐き出し、頭を両腕の間に沈めるとよい。両手が平行で、片手ストレッチになっていないかどうか確認する。指先はものさしに触れたままでなければならない（図15.8b参照）。必要であれば、測定者は選手の膝を真っ直ぐに保持するように押さえる。38cmに満たない記録とは、足の裏側



図15.8a 長座体前屈テストの開始姿勢。



図15.8b 終了姿勢。

まで手が届かないことを意味する。

5. 3回のうちで最もよい記録を採用し、0.25インチあるいは1cm単位で表す。

注：長座体前屈テストの基準値をp. ~ の表15.6～15.9に示す。

## インクライン・ダンベルベンチプレス（バーベルの場合も）

このエクササイズはバーベルを用い、肩幅よりやや広いプロネイティッド（クローズド）グリップでも行える。その場合、補助者は拳上者の前腕の代わりにバーベルを持って補助する。

### 開始姿勢：拳上者

ダンベルをプロネイティッド（クローズド）グリップで握る。

インクラインベンチで5カ所の身体接触点をベンチに触れさせて仰臥位をとる。

補助者にダンベルを開始位置へ動かす合図を送る。両方のダンベルを腕を伸ばした位置まで押し上げ、頭（顔）の上で両腕を平行にする。

動作の反復はこの開始姿勢から始める。

### 開始姿勢：補助者

直立し、ベンチの上端に近づく（ただし、拳上者に近づきすぎない）。

肩幅のスタンスで膝を軽く曲げておく。

拳上者の手首を握る。

拳上者の合図に応じ、頭（顔）上の位置へのダンベルの移動を助ける。

ダンベルからゆっくりと手を離す。

### 下ろす動作段階：拳上者

両方のダンベルをゆっくりと合わせながら、脇の下付近で乳首に並ぶように下ろす。

手首は真っ直ぐにして肘の上に位置するようにし、ダンベルのハンドルを横並びにする。

5カ所の身体接触点を保持する。

### 下ろす動作段階：補助者

ダンベルを下ろす間、拳上者の前腕付近に手を構えておくが、触れないようにする。

ダンベルに追従するときは背すじを伸ばし、徐々に膝、腰、体幹を曲げていく。

### 上げる動作段階：拳上者

肘が完全に伸びる位置までダンベルを押し上げる。

手首は真っ直ぐにして肘の上に位置するようにし、ダンベルのハンドルを横並びにする。

5カ所の身体接触点を保持する。

背中を弓なりに反らしたり、胸をダンベルに近づけようと持ち上げない。

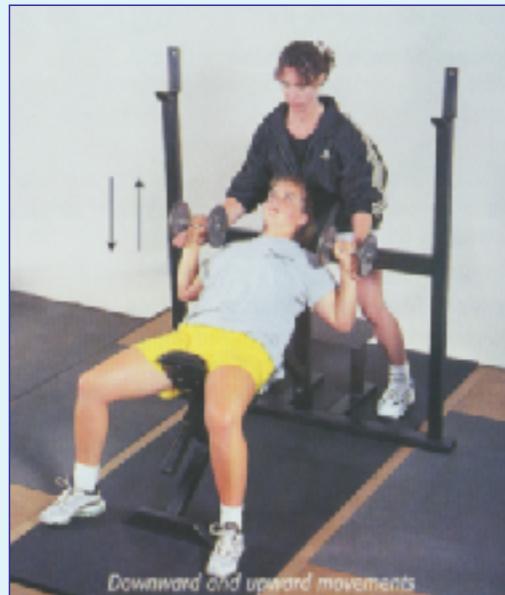
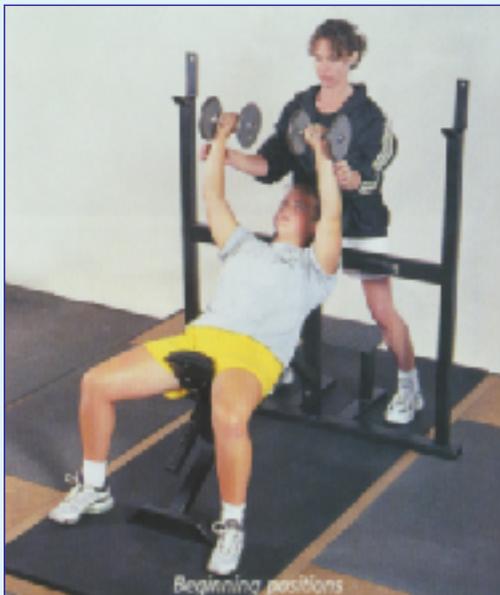
### 上げる動作段階：補助者

ダンベルの上昇段階でも手を前腕の近くに触れることなく構えておく。

ダンベルに追従するときは背すじを伸ばし、徐々に膝、腰、体幹を伸ばしていく。

## 動員される筋

大胸筋



## フラット・ダンベルフライ（インクラインの場合も）

このエクササイズはインクラインベンチで行うこともできる。その場合、ダンベルは胸の代わりに頭（顔）上に位置する。

注：このエクササイズには補助者が必要であるが、正しいエクササイズテクニックを示すため写真には補助者が写っていない。

### 開始姿勢：拳上者

ダンベルをクローズドグリップで握る。

5カ所の身体接触点をベンチに触れさせて仰臥位をとる。

補助者にダンベルを開始位置へ動かす合図を送る。

両方のダンベルを腕を伸ばした位置まで押し上げ、胸の上で両腕を平行にする。

ダンベルを回しニュートラルグリップ（両方の手のひらが互いに向き合う）にする。

軽く肘を曲げ、外側を向ける。

動作の反復はこの開始姿勢から始める。

### 開始姿勢：補助者

片方の膝を床につけ、もう片方の脚を前に出す（片膝の姿勢）。もしくは両膝を曲げて床につける。

拳上者の手首を握る。

拳上者の合図に応じ、胸の上の開始位置へのダンベルの移動を助ける。

拳上者の前腕部からゆっくりと手を離す。

### 下ろす動作段階：拳上者

ダンベルが肩か胸の同一線上に達するまで、大きな弧を描きながら下ろす。

肘を下ろしている間は、ダンベルを互いに平行になるよう意識して動かす。

手首を固定し、肘を若干曲げた状態を保持する。

肘と肩を結んだ線上にダンベルを保持する。

5カ所の身体接触点を保持する。

### 下ろす動作段階：補助者

ダンベルを下ろす間、拳上者の前腕付近に手を構えておくが、触れないようにする。

### 上げる動作段階：拳上者

両方のダンベルを引き合わせるように大きな弧を描きながら、開始位置まで引き上げる。

手首を固定し、肘は若干曲げた状態を保つ。

肘と肩を結んだ線上にダンベルを保持する。

5カ所の身体接触点を保持する。

### 上げる動作段階：補助者

ダンベルを上げるときも、拳上者の前腕付近に手を構えておくが、触れないようにする。

## 動員される筋

大胸筋



## ボックスドリル

### シングルレッグ・プッシュオフ

強度レベル：低。

ジャンプの方向：垂直。

用具：高さ 15～46 cm のプライオメトリクス用ボックス。

開始姿勢：プライオメトリクス用ボックスに正対し、一方の足を地面の上、他方の足をボックスの上に置いて立つ。ボックス上の足の踵がちょうどボックスの縁辺りにくるようにする。

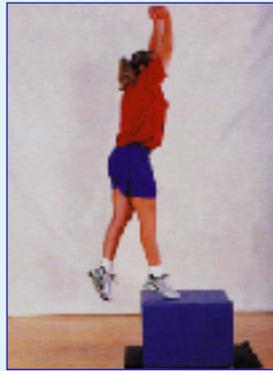
腕の動作：両腕。

準備動作：なし。

上昇動作：ボックス上の足で踏み込むようにして上へ跳ぶ。

下降動作：同じ足がボックスの上にくるようにして着地する。この足はもう一方の足が地面に触れる直前にボックス上に触れるようにする。「直ちに」この動作を繰り返す。

注：強度はボックスの高さを増やすことで高めることができる。最初は 15 cm から始める。



### 交互プッシュオフ

強度レベル：低。

ジャンプの方向：垂直。

用具：高さ 15～46 cm のプライオメトリクス用ボックス。

開始姿勢：プライオメトリクス用ボックスに正対し、一方の足を地面の上、他方の足をボックスの上に置いて立つ。ボックス上の足の踵がちょうどボックスの縁辺りにくるようにする。

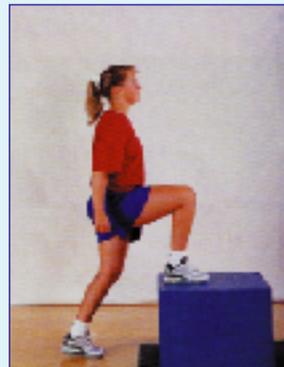
腕の動作：両腕。

準備動作：なし。

上昇動作：ボックス上の足で踏み込むようにして上へ跳ぶ。

下降動作：逆の足がボックスの上にくるようにして着地する。この足はもう一方の足が地面に触れる直前にボックス上に触れるようにする。「直ちに」この動作を繰り返す。1 回ごとに足を入れ替える。

注：強度はボックスの高さを増やすことで高めることができる。最初は 15 cm から始める。



## ラテラル・プッシュオフ

強度レベル：低。

ジャンプの方向：垂直。

用具：高さ15～46cmのプライオメトリクス用ボックス。

開始姿勢：プライオメトリクス用ボックスの横に、一方の足を地面の上、他方の足をボックスの上に置いて立つ。ボックス上の足の内側がちょうどボックスの縁辺りになるようにする。

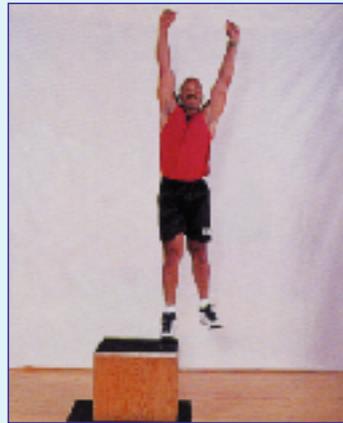
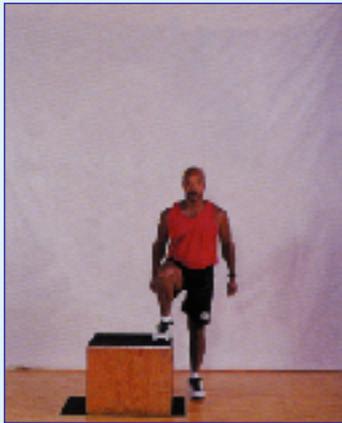
腕の動作：両腕。

準備動作：なし。

上昇動作：ボックス上の足で踏み込むようにして上へ跳ぶ。

下降動作：同じ足がボックスの上にくるようにして着地する。この足はもう一方の足が地面に触れる直前にボックス上に触れるようにする。「直ちに」この動作を繰り返す。

注：強度はボックスの高さを増やすことで高めることができる。最初は15cmから始める。



## サイド・ツー・サイド・プッシュオフ

強度レベル：中。

ジャンプの方向：垂直。

用具：高さ15～46cmのプライオメトリクス用ボックス。

開始姿勢：プライオメトリクス用ボックスに正対し、一方の足を地面の上、他方の足をボックスの上に置いて立つ。ボックス上の足の踵がちょうどボックスの縁辺りになるようにする。

腕の動作：両腕。

準備動作：なし。

上昇動作：ボックス上の足で踏み込むようにしてボックスを反対側まで跳び越える。

下降動作：逆の足が反対側のボックス上にくるようにして着地する。この足はもう一方の足が地面に触れる直前にボックス上に触れるようにする。「直ちに」この動作を反対側から繰り返す。

注：強度はボックスの高さを増やすことで高めることができる。最初は15cmから始める。

