

Key Words 【競技パフォーマンス：athletic performance、体力：physical fitness、運動テスト：exercise test、
テストプロトコル：testing protocols、トレーニングプログラム：training programs】

女子バレーボール選手の身体的および 生理学的特性：論文レビュー

Physical and Physiological Attributes of Female Volleyball Players-A Review

Ronnie Lidor^{1, 2}, Gal Ziv¹

¹The Zinman College of Physical Education and Sport Sciences, Wingate Institute, Israel

²Department of Learning, Teaching, and Instruction, Faculty of Education, University of Haifa, Haifa, Israel

抄録

本論文の主な目的は、女子バレーボール選手の身体特性、生理学的特性およびコート上のパフォーマンスに関する一連の研究($n = 31$)のレビューを行なうことである。バレーボール選手の年間トレーニングプログラムを計画する際には、体重、除脂肪体重、有酸素性能力、筋力、アジリティ、スピードなど、バレーボールのトレーニング課題に関する研究から明らかとなった、実証的かつ実践的な知識を統合し応用する必要がある。我々のレビューに基づくと、(a)技術レベルの高い選手は、技術レベルの低い選手よりも身長が高く、体重がやや重く、垂直跳びの跳躍高が高い。(b)女子バレーボール選手の有酸素性能力は、女子バスケットボール選手のそれに類似している。(c)爆発的レジスタンストレーニングにより、女子バレーボール選手の垂直跳びの能力を改善することができる。(d)プ

レシーズンのコンディショニングは、競技シーズン開始時の疲労やパフォーマンスの低下を防ぐことを目的に実施すべきである。本稿で論じる研究上の問題点は、女子バレーボール選手のコート上のパフォーマンスと時間-動作分析に関するデータが不足していること、また女子バレーボール選手の生理学的特性に及ぼす様々なトレーニングプログラムの有効性を調べるために、より多くの実験的/操作的な研究が必要とされていることである。バレーボールコーチとストレングス&コンディショニング(S&C)コーチに対しては、トレーニングの現場において実践的な意味をもつ次の2点を推奨する。(a)S&Cプログラムを計画する際には、機能的、非機能的オーバーリーチングを慎重にモニタリングすること、(b)バレーボールプログラムに爆発的な種類のトレーニングを取り入れることである。

緒言

女子バレーボール選手に対してパフォーマンスの向上を目的としたトレーニングプログラムを作成するためには、バレーボールコーチやS&Cコーチ、さらに他のバレーボール選手と共に働く専門職(アスレティックトレーナー、理学療法士、医師など)が、運動生理学やスポーツ医学を含む、様々なスポーツ関連領域から得た実証的および実践的知識を活用することが必要である。身体特性(身長、体重、除脂肪体重など)、生理学的特性(有酸素性能力、筋力、垂直跳び能力、アジリティ、スピードなど)とコート上のデータ(心拍数や血中乳酸値)などのトレーニングに関連する適切な情報は、女子バレーボール選手のために特別に作成されたS&Cプログラムに、効果的に取り入れることができる。

本レビューは、女子のバレーボール選手の身体特性、生理学的特性およびコート上のパフォーマンスに関する知識を統合し、それらの情報を、年間ト

レーニングプログラムの短期、長期の計画プロセスに関与する人々が利用できるようにすることが目的である。また、この統合された知識は、それらの専門職が女子バレーボール選手の育成に対する自身のプログラムの貢献度を評価する際にも役立つだろう。しかし、バレーボール選手を指導する専門職は、女子バレーボール選手に関する研究から得た知識を実行に移す際には、相応の慎重さが要求される。すなわち、これらの研究の方法論的な限界を知り、選手に与えられた体力テストの測定方法に関するあらゆる問題点を考慮する必要がある。

本論文には大きく3つの目的がある。(a)プロ、ナショナルチーム、大学代表レベルの選手を含む女子バレーボール選手の身体特性、生理学的特性、およびコート上のパフォーマンスに関する一連の研究($n=31$)のレビューを行なうこと、(b)レビューの対象研究に

関する多数の方法論的問題とテストの限界について考察すること、そして(c)女子バレーボール選手を指導するS&Cコーチとバレーボールコーチに、実践的な助言を提供することである。

本レビューの対象研究論文は、コンピュータ化された主要データベース(PubMedとSPORT Discus)および図書館の検索データなどから、英語の文献を幅広く検索して選択された。検索用語には、「バレーボール」、「バレーボールの生理学」、「バレーボール選手」などが含まれる。思春期の選手に関する研究、および女子選手と男子選手の混合データを含む研究は除外した。その結果、本レビューには、我々の選択基準に合致した31件の論文が含まれている。

身体特性

表1は、レビュー対象研究すべてにおける、女子バレーボール選手の身体

特性をまとめて示している。これらのデータから、いくつかの注目すべき研究結果が明らかになった。女子バレーボール選手の身長と体重は、 164.3 ± 4.0 cm(7)、 62.5 ± 8.0 kg(13)から 187 ± 5.4 cm(23)、 75.1 ± 7.4 kg(5)の範囲であった。選手の遺伝子プロファイルや競技レベル、および選手が経験した選抜過程など多くの要因により、このようなデータの変動がみられる。

身体特性は、選手の競技レベルの違いにより区分できる場合がある。1件の研究(9)は、ナショナルレベルと大学レベルの選手間で身長と体重に差がないことを示唆したが、他の研究によると、相対的に高いレベルの選手は低いレベルの選手よりも身長が高く、体重もやや重い(3,12,21,32)。ある研究は(21)、ギリシャの第1ナショナルリーグにおけるディビジョンA1とA2の異なるポジションの選手間の違いを調査した。ウイングスパイカー、ミドル

表1 女子バレーボール選手の身体特性の概要*

研究	被験者	身長(cm)	体重(kg)	BF(%)	FFM(kg)
Alfredsonら(1)	週8時間練習を行なうディビジョンIの選手($n=11$)	173.4 ± 6.3	68.8 ± 7.0	NA	NA
Amasay(2)	NCAAディビジョンIIの選手($n=10$)	178.0 ± 6.0	70.9 ± 9.9	NA	NA
Barnesら(3)	NCAAディビジョンI($n=9$)、ディビジョンII($n=11$)、ディビジョンIII($n=9$)の選手	I : 177.9 ± 6.3 II : 174.3 ± 7.7 III : 171.0 ± 8.0	I : 73.3 ± 7.7 II : 71.5 ± 9.8 III : 69.8 ± 6.9	NA	NA
Bayiosら(4)	ファーストナショナルリーグの選手	177.1 ± 6.5	69.5 ± 7.4	23.4 ± 2.8	53.2 ± 5.3
Cardinale & Lim(5)	上級レベルの試合に参加しているプロ選手($n=16$)	183.4 ± 8.4	75.1 ± 7.4	NA	NA
Coutts(6)	カナダのナショナルバレーボールチーム($n=11$)	178.1 ± 5.4	70.8 ± 6.5	NA	NA
Fardyら(7)	Case Western Reserve Univ.の大学代表チームの先発選手($n=6$)	164.3 ± 4.0	65.2 ± 12.1	NA	NA
Ferrisら(8)	NCAAディビジョンIの選手($n=13$)	176.7 ± 4.6	69.7 ± 10.8	22.2 ± 5.0	15.8 ± 5.6
Fleckら(9)	1980年アメリカ女子ナショナルバレーボールチーム($n=13$)と大学女子バレーボールチーム($n=13$)の選手	ナショナルチーム : 179.3 ± 7.7 大学チーム : 178.9 ± 4.7	ナショナルチーム : 68.5 ± 7.6 大学チーム : 71.6 ± 5.0	ナショナルチーム : 11.7 ± 3.7 大学チーム : 18.3 ± 3.4	ナショナルチーム : 60.3 ± 6.1 † 大学チーム : 58.4 ± 3.9 †
Fryら(10)	NCAAディビジョンIの選手($n=14$)	先発 : 170.4 ± 8.1 控え : 173.2 ± 5.2	先発 : 64.1 ± 9.5 控え : 64.4 ± 4.6	先発 : 18.7 ± 3.0 控え : 20.2 ± 2.1	先発 : 52.1 ± 7.7 控え : 51.4 ± 3.4

表1 女子バレーボール選手の身体特性の概要* (続き)

Gladden & Colacino (11)	1974年アメリカバレーボール連盟選手権の参加選手 (n=88)	172.2±6.0	65.8±6.0	NA	NA
Gualdi-Russo & Zaccagni (12)	イタリアA1リーグ (n=129) A2リーグ (n=115) の選手	A1 リーグ: 178.4±5.8 A2 リーグ: 176.7±4.9	A1 リーグ: 71.2±7.0 A2 リーグ: 70.9±6.9	NA	NA
Häkkinen (13)	フィンランドの公式リーグに所属する2チームの選手 実験群 (n=9) とコントロール群 (n=8) 実験群はシーズン中、より多くのコンディショニングセッションを実施	NA	実験群 シーズン前: 66.7±5.6 シーズン後: 67.3±6.8 コントロール群 シーズン前: 63.1±7.0 シーズン後: 62.5±8.0	実験群 シーズン前: 25.3±2.8 シーズン後: 24.9±3.1 コントロール群 シーズン前: 25.1±1.9 シーズン後: 24.3±1.6	実験群 シーズン前: 49.8 ±NA § シーズン後: 50.5±NA § コントロール群 シーズン前: 47.3±NA § シーズン後: 47.3±NA §
Hosler ら (16)	1977年University of Houston インビテショナルトーナメント参加チームの選手	169.9±6.1	65.1±7.8	21.5±3.5	51.1±NA §
Johnson ら (17)	NCAA ディビジョン I の選手 シーズン前後に測定 (n=14)	175.2±3.6	前: 67.7±2.0 後: 67.7±1.7	前: 19.4±1.1 後: 20.9±0.8	前: 54.5±1.3 後: 53.4±1.0
Kraemer ら (18)	Penn State 大学チームの選手 (n=18)	172.7±8.6	68.7±8.1	NA	NA
Lawson ら (20)	少なくとも週1回試合に参加するバレーボール愛好家の選手 (n=12)	169.4±5.4	66.0±7.9	NA	NA
Malousaris ら (21)	ギリシャのファーストナショナルリーグ ディビジョン A1 (n=79) と A2 (n=84) の選手	ディビジョン A1: 179.6±5.8 ディビジョン A2: 174.7±6.2	ディビジョン A1: 71.0±8.2 ディビジョン A2: 68.2±6.3	ディビジョン A1: 22.7±2.9 ディビジョン A2: 24.1±2.6	ディビジョン A1: 54.8±5.7 ディビジョン A2: 51.7±4.5
Marey ら (22)	Northeast Missouri State University の選手 (n=14) と Graceland College の選手 (n=23)	170.2±5.3	64.3±6.6	NA	NA
Marques ら (23)	ポルトガルのナショナルファーストディビジョンにおけるヨーロッパアンカップの出場選手 (n=10)	187±5.4	74.6±8.1	NA	NA
Morrow ら (25)	大学対抗試合出場選手 (n=110)	170.4±6.3	65.1±NA §	20.4±NA §	51.8±5.2 †
Morrow ら (26)	1977年University of Houston インビテショナルトーナメント出場チームの選手で、最上位のチーム (n=34) と最下位のチーム (n=38)	最上位: 172.0±6.1 最下位: 167.5±5.8	最上位: 64.2±NA § 最下位: 65.5±NA §	最上位: 19.0±NA § 最下位: 23.0±NA §	最上位: 52.1±4.4 † 最下位: 50.4±5.6 †
Nesser & Demchak (27)	NCAA ディビジョン I の選手、2004 ~ 05年シーズン (n=3) と 2005 ~ 06年シーズン (n=11)	2004 ~ 2005: 177.9±5.6 2005 ~ 2006: 175.5±8.0	2004 ~ 2005: 70.2±3.8 2005 ~ 2006: 67.4±7.5	NA	NA
Newton ら (28)	NCAA ディビジョン I の選手 (n=14)	180.2±7.3	70.5±6.2	NA	NA
Smith ら (31)	実験群: University of Calgary 女子大学代表バレーボールチーム (n=10) コントロール群: 練習だけを行なうクラブチームのメンバー (n=5)	実験群: 174.7±1.8 コントロール群: 168.4±1.8	実験群: 66.7±2.1 コントロール群: 61.9±2.1	NA	NA
Spence ら (32)	1975年アメリカ女子バレーボールトレーニングチームの上級選手 (n=15)	全米代表: 183.7±8.3 全米代表以外: 178.9±5.8	全米代表: 73.4±6.1 全米代表以外: 63.0±3.1	NA	NA
Stech & Smulsky (33)	最高8年の経験のある上級選手 (n=10)	181.9±8.4	72.8±10.8	NA	NA
Whorowski (35)	2005年シーズンのポーランドのトップレベルの選手 (n=12)	182.2±5.1	73.8±7.8	NA	NA

* データは平均値±SD BF=体脂肪 FFM=除脂肪体重 † 原著論文記載の除脂肪体重
§ 原著論文に記載のないデータのため、本稿筆者が計算 || 値は測定標準誤差

ブロッカー、セッターはディビジョンA1のほうが(それぞれ 181.2 ± 4.5 、 182.0 ± 4.6 、 176.9 ± 4.1 cm)、ディビジョンA2に比べ(それぞれ 173.4 ± 6.2 、 178.7 ± 4.9 、 170.9 ± 4.2 cm)顕著に身長が高かった。2つのディビジョン間で、体重の差は認められなかった。体脂肪率は、オポジットの選手のみで差が認められた(A1: $20.5 \pm 3.0\%$ vs. A2: $25.7 \pm 3.4\%$)。この研究においては(21)、様々なポジションでプレーしている選手の身体特性の比較も行なわれた。リベロ(守備専門の選手)は他のポジションの選手(セッターを除く)より身長が低いようである。さらに、ミドルブロッカーとオポジットは、ウイングスパイカー、リベロ、セッターよりも身長が高かった。

長期間にわたる身体特性の変化を調査した研究が3件ある(10,13,17)。NCAAディビジョンIの選手がオフシーズンのS&Cプログラムを監督下で実施したが、体重、体脂肪率、除脂肪体重の変化は観察されなかった(10)。別の研究では(17)、NCAAディビジョンIの選手について、競技シーズンの終了時に体重の変化はみられなかったが、体脂肪率が増加し、除脂肪体重は減少した。対照的に、もう1件の研究では(13)、シーズン中を通じて体脂肪率がわずかに減少したことが明らかとなった。体脂肪率の増加はパフォーマンスを妨げる可能性もあるが、いずれの研究においても指摘された変化は小さく、使用された測定機器および測定法の精度により、少なくとも部分的には影響を受けたことに注意が必要である。さらに、たとえこれらのデータが体組成の実際の変化を反映していたとしても、これらの変化がパフォーマンスに影響を与えたとは必ずしも言えない。Johnsonらが示唆したように(17)、

体組成は長い間に変化することもあり得るので、個々の選手に対して1つの厳格な値を決めるよりも、むしろある一定範囲の値を設定する必要がある。

バレーボール選手を他のチームスポーツの選手や選手以外の一般の人と比較することにより、バレーボール選手に特有の身体特性に光を当てることができる。ある研究(25)では、大学バレーボールの代表選手は、選手以外と比較すると著しく身長が高く、体重も重く、除脂肪体重も多かった。大学対抗バスケットボールの選手と比較するとバレーボール選手は、両腕は短い、身長と体重はよく似た値を示した。もう1つの研究(4)では、ギリシャのディビジョンIで試合に出場するバスケットボール、ハンドボールそしてバレーボールの選手らの身体特性を比較した。バレーボール選手は、バスケットボール選手(174.7 ± 7.8 cm)とハンドボール選手(165.9 ± 6.3 cm)のどちらと比べても背が高い(177.1 ± 6.5 cm)ことが明らかとなった。同様に、ハンドボール選手に比べると(体重 65.1 ± 9.1 kg、除脂肪体重 48 ± 6 kg、体脂肪率 $25.9 \pm 3.3\%$)、バレーボール選手は、体重がより重く(69.5 ± 7.4 kg)、除脂肪体重が多く(53.2 ± 5.3 kg)、体脂肪率は低かった($23.4 \pm 2.8\%$)。これらのデータから、また異なる技術レベルのバレーボール選手のデータから、バレーボールにおいて、身長が高いことが有利であることは明らかである。

おそらく身体特性を説明することに関して最も重要な側面は、それらの特性が成功と関係があるかを判定することである。男女のバスケットボール選手の身体特性、生理学的特性、コート上でのパフォーマンス、および栄養対策に関する最近のあるレビューによる

と(36)、長身と指端距離の長さは、1つのトーナメントにおける最上位のチームの選手とは相関関係があるが、最下位のチームの選手とは相関関係は認められないことが示唆されている。しかしこのような結果は、2件の研究だけに基づいたものである。我々はまた、身体特性とパフォーマンスとの関係を考察した研究は3件しか検索できなかった(8,11,26)。

その中の1つの研究(26)は、1977年のインビテーション・バレーボールトーナメントにおいて、最も好成績を取めたチームの選手(12.2 ± 2.8 kg)と、最も成績のふるわなかったチームの選手(15.0 ± 5.4 kg)との間の有意差は、脂肪量であった。もう1つの研究(11)では、身長と1974年のアメリカ・ナショナルチャンピオンシップ・トーナメントの最終順位との間に有意な関連が明らかになった。最後に、NCAAディビジョンIの選手において、形態学的変数とスパイク速度の間に相関関係はないことが明らかとなった(8)。

体脂肪と身長データのデータは、バレーボールのパフォーマンスに影響を及ぼすと想定される。相互に関連のある2件の研究がこの仮説を裏付けてはいるが、この想定に対する科学的エビデンスはまだ十分とはいえない。身体特性が実際のパフォーマンスに及ぼす影響を評価するには、さらに多くの研究が必要である。スポーツでの成功は、著しく重要な身体特性に加えて、選手の生理学的特性や心理状態など、他の多くの変数からも影響を受ける。

生理学的特性

女子バレーボール選手の有酸素性能力、筋力、垂直跳びの能力、アジリティおよびスピードについて考察する。

有酸素性能力

バレーボールの試合は本来間欠的ではあるが、特に、長時間にわたり高レベルのパフォーマンスを維持することが必要な複数セットの試合においては、高い有酸素性能力がより重要である。1975年のアメリカ女子バレーボール・トレーニングチームの選手15名を対象に行なった研究において(32)、漸増負荷トレッドミルテストから測定した $\dot{V}O_2\text{max}$ の値は、全米代表チームでは $41.7 \pm 3.6 \text{ ml/kg/分}$ であったのに対し、それ以外の選手では $44.2 \pm 8.5 \text{ ml/kg/分}$ であった。別の研究(9)では、アメリカにおける1980年ナショナルチームメンバー13名と1979年のアメリカ大学代表チームメンバー13名を比較したところ、漸増負荷トレッドミルテストから得た $\dot{V}O_2\text{max}$ の値はそれぞれ $48.8 \pm 5.1 \text{ ml/kg/分}$ と $49.9 \pm 5.3 \text{ ml/kg/分}$ であった。これらの両研究では記述統計値しか提供されていないため、群間の差が有意であったかは不明である。

競技シーズン中を通して $\dot{V}O_2\text{max}$ の変化を調べた研究が2件ある。1件(7)は、1974年Case Western Reserve Universityの大学対抗バレーボールチームの先発メンバー6名を調べた研究で、シーズン後の $\dot{V}O_2\text{max}$ の値($33.0 \pm 2.6 \text{ ml/kg/分}$)は、シーズン前の値($28.2 \pm 1.5 \text{ ml/kg/分}$)より有意に高かった。これらの値は、最大下自転車エルゴメータテストから得られたものであった。もう1つの研究(13)は、フィンランドの公式リーグに所属する2つのバレーボールチームの選手を調査した。実験対象のチームはプレシーズンに3~4回のコンディショニングセッション(そのうち1回は持久力トレーニング中心)を行ない、シーズン中は2~3回のコンディ

ショニングセッション(持久力トレーニング中心のセッションは含まない)を行なった。一方、コントロール群のチームは、シーズン中に1~2回のコンディショニングセッションに参加しただけであった。漸増負荷自転車エルゴメータテストから得た $\dot{V}O_2\text{max}$ の値は、実験チーム(pre: 47.3 ± 1.7 、post: $48.1 \pm 3.4 \text{ ml/kg/分}$)においても、対照チーム(pre: 48.2 ± 2.7 、post: $45.0 \pm 5.9 \text{ ml/kg/分}$)においても、有意な変化は認められなかった。この研究結果から筆者らは、当初の有酸素性能力の維持には、シーズン中毎週行なう練習と試合だけで十分であると示唆した。

最後の1件の研究(10)は、NCAAディビジョンIの選手を対象に、オフシーズンに12週間、監督下で行なったS&Cプログラムの影響の調査である。プログラムの持久力要素には、80%最大心拍数で行なう週1回30分のセッションが4回含まれていた。持久力は最大努力の3.2km走から算出した。先発と控えの選手の間で、初期値の差は認められなかった($999.2 \pm 44.3 \text{ 秒}$ vs. $964.4 \pm 88.9 \text{ 秒}$)。しかし、先発と控えの選手を合わせた3.2kmの走タイムは($n=10$)、ベースラインの値($966.6 \pm 56.5 \text{ 秒}$)から12週間のプログラム終了後の値($946.2 \pm 58.2 \text{ 秒}$)に有意に向上した。この走タイムは推定 $\dot{V}O_2\text{max}$ の値に換算するとおよそ 45 ml/kg/分 であることが示唆された。監督下のプログラムを実施した後、7名の選手が、さらに12週間の監督を伴わないコンディショニングプログラムを行なった。12週間のプログラムを追加した後の評価では、3.2kmの走タイムに変化は認められなかった。

バレーボール選手の $\dot{V}O_2\text{max}$ は、バスケットボール選手に関して報告され

ている値($\sim 44.0 - 54.0 \text{ ml/kg/分}$)に近い(36)。唯一の例外は、Fardyらが報告した異常な低値である(7)。これらの低値は、少なくとも部分的には、選手のレベルが低いことによって、また測定法である最大下自転車エルゴメータ試験によって説明できると思われる。

筋力

筋力は競技パフォーマンスに不可欠な要素である。筋力を評価する方法は複数あり、様々な研究が様々な方法を用いている。したがって、研究間の結果の比較は困難である。

3件の研究は、 $20^\circ/\text{秒}$ での等速性ベンチプレスとレッグプレスの値を報告した(16,25,26)。2件の研究は、1977年のUniversity of Houstonインビテーションショナルバレーボールトーナメントの参加選手と同一の被験者を用いた。そのうち1件(16)は、ベンチプレスが 40.7 kg 、レッグプレスが 144.5 kg という値(原著論文ではポンド表記)を報告した。2番目の研究(26)では、筋力測定値をトーナメントの最上位のチームと最下位のチームとで比較した。ベンチプレスとレッグプレスの値は、最上位のチームでは、それぞれ 46.45 ± 11.04 と $155.42 \pm 27.39 \text{ kg}$ であったのに対し、最下位のチームでは、それぞれ 37.57 ± 9.53 と $137.91 \pm 28.96 \text{ kg}$ であった。バレーボール選手とバスケットボール選手と選手以外の学生との比較から、バスケットボール選手は(ベンチプレス: $44.37 \pm 10.97 \text{ kg}$ 、レッグプレス: $179.65 \pm 35.48 \text{ kg}$)、バレーボール選手(ベンチプレス: $40.59 \pm 9.81 \text{ kg}$ 、レッグプレス: $141.42 \pm 27.09 \text{ kg}$)に比べ筋力の値が大きかったが、どちらの選手も選手以外の学生(ベンチプレス: $30.59 \pm 8.14 \text{ kg}$ 、

レッグプレス：128.45 ± 29.68kg) よりも高値を示した(25)。

女子バレーボール選手と非活動的な女性を対象に、肩および肘の短縮性、伸張性筋力を比較する等速性筋力測定も行なわれた(1)。スパイクやサーブには、肩と肘の筋力が重要である。予想どおり、バレーボール選手は、肩および肘の回旋筋の短縮性、伸張性ピークトルクが有意に高値であったが、肘関節の短縮性屈曲ピークトルクは高値ではなかった。この研究の筆者らは、この研究結果は、肘の屈筋群は主に、ボールを打った後、腕を減速するために使われるという事実によって説明できるとした。等速性筋力を調べたもう1つの研究(8)では、270°/秒での腕の伸展トルクとスパイク速度には有意な相関関係が認められた。その他の等速性トルクの値は(手の屈曲、腕の内旋、前腕の伸展など)、スパイク速度との相関関係は認められなかった。これらの結果は本質的に相関関係があるが、大きな角速度での高トルクが、バレーボール選手にとって重要であることを示唆している。これは当然予想された結果である。バレーボールのスパイクには、腕の高速運動が必要だからである(8)。

我々は、筋力パラメータに対するレジスタンストレーニングプログラムの効果を調査した4件の研究を見出した(10,13,23,31)。このうち1件(10)は、NCAAディビジョンIの選手に関して、12週間のオフシーズントレーニングプログラムの効果を調査した。トレーニングプログラムは週4回のレジスタンストレーニング・セッションと2回のプライオメトリックセッションで構成されていた。ベースラインでは、一般に、先発選手は控えの選手よりも短縮性エクササイズで高値を示した

(ベンチプレスの1RM：45.7 ± 7.1 vs. 38.6 ± 3.8kg)。除脂肪体重当たりの絶対値でも、先発選手のほうが控えの選手より高値であった。しかし等尺性および等速性のエクササイズでは、先発と控えの選手間の差は認められなかった。さらに12週間のプログラムは、等尺性および短縮性の筋力の有意な向上をもたらした(トレーニング前後のベンチプレスの1RM：42.7 ± 6.9 vs. 46.8 ± 7.5kg)。興味深いことに、シーズンの経過に伴い、1RMの値と除脂肪体重で除した1RMの値の相関関係は低下することが明らかとなった。これは、少なくとも部分的には、筋力の増大が筋量の純粋な増加よりもむしろ神経系のメカニズムによるものであることを示唆していると思われる。週250分のセッションから成り立っているインシーズンのレジスタンストレーニングプログラムを12週間続けた結果、動的筋力の増加も同様に観察された(23)。12週間のプログラムの後、4RMベンチプレス(pre：40 ± 2.8kg, post：47 ± 3.5kg)と4RMバラレルスクワット(pre：92 ± 11.1kg, post：104 ± 13.6kg)の有意な増加が認められた。

もう1件の研究(13)は、フィンランドの公式バレーボールリーグの選手を被験者として2群を選び、試合期に下肢伸筋の等尺性筋力を調査した。コントロール群は、週1～2回の持久力セッションと筋力セッションに参加したが、力発揮能力の向上はみられなかった。実験群はプレシーズン中に3～4回のコンディショニングセッションに参加し(そのうち2～3回は筋力向上が目的)、同一シーズンの試合期には2～3セッションに参加した。力の立ち上がり速度の最大値は、4ヵ月経過したシーズン半ばまでに有意に

増加した。しかし最大筋力は増加せず、実際、シーズン終了までには低下した。最大筋力の低下は、レジスタンストレーニングを5週間休止した後に起きた。この研究において、持久力とバレーボールドリルのトレーニングが、筋力の向上を妨げたと説明された。しかし、このテスト方法(等尺性筋力)では、動的筋力の変化を測定できなかったとも考えられる。実際、選手らは等尺性トレーニングを実施しなかった。異なるテストプロトコル(短縮性筋力など)を用いれば、筋力の値が増加した可能性もある。最後に、6週間の等速性レジスタンストレーニングプログラムは、等速性マシンで測定される上半身の筋力の増大はもたらすことができなかったが、180°/秒での膝伸展の測定値を上昇させた(31)。

垂直跳び

垂直跳び(VJ)は、バレーボール選手にとって、パワーを測定するための最も適切なテストプロトコルである。VJは、試合において(ブロックやスパイクなど)、決定的に重要な技術だからである。技術レベルの異なる選手を比較すると、バレーボールにおけるVJの重要性を明示できる。1件の研究(9)では、カウンターメメントジャンプ(CMJ)に関して、アメリカの女子ナショナルチームの選手(52.4 ± 4.5cm)は、大学選抜チームの選手(45.5 ± 6.4cm)よりも高くジャンプし、15%の差が観察された。同様の違いは女子パンアメリカン代表選手(52.5 ± 6.0cm)と代表以外の選手(47.3 ± 4.9cm)の間でも(32)、またNCAAディビジョンIの選手(36.4 ± 2.5cm)とディビジョンIIIの選手(30.2 ± 7.2cm)の間でも観察された(3)。前者2件の研究と後者の研究におけるVJ測定値の違い(～15cm)

は、使用した測定用具の違い、すなわちジャンプして壁に印をつける方法か(9,32)、フォースプレートによる測定か(3)によって、さらに、選手のスキルレベルの違いによって説明できる。

VJのパフォーマンスはまた、全米バレーボールトーナメントの優秀な成績とも関係があると思われる。スタンディングリーチ、VJ、絶対的跳躍高は、1974年USナショナル・チャンピオンシップ・トーナメントの最終順位と相関関係があった($r=0.44\sim 0.63$) (11)。この研究の筆者らは、最適なスパイクやブロックにはネットを超える「きわめて重要な高さ」が存在し、この高さに到達可能な選手は、到達できない選手よりも有利であることを示唆した。しかし、後に行なわれた研究(22)では、VJパフォーマンスが、勝ったチームと負けたチームとを判別する要因であることは明らかにならなかった。同様に、NCAAディビジョンIの女子選手に関する研究では、VJとスパイク速度の間にはいかなる相関関係も認められなかった(8)。VJの能力は、バレーボールのプレーの向上因子であると考えられるが、成功を予測し、負けるチームと勝つチームを判別するVJの重要性に関しては、まだデータが十分ではない。

特異的なコンディショニングプログラムが、シーズン中のジャンプ能力の維持またはさらなる向上に有用であるかを決定することが重要である。ある研究(28)では、7週間のインシーズンの高強度レジスタンストレーニングの後、VJの多くの変数(跳躍高、パワー、速度など)は増加しなかった。実際、アプローチジャンプ&リーチの値は、 61.2 ± 5.6 から 57.9 ± 5.3 cmに低下した。しかしこの7週間の後、続いて4週間の低負荷の爆発的レジスタ

ンストレーニングを行なったところ、跳躍高は 61.0 ± 5.6 cmまで上昇し、VJ測定値は有意に増加してベースライン値まで回復した。この研究において、単に伝統的なレジスタンストレーニングがジャンプパフォーマンスを改善できなかっただけではなく、ジャンプ測定値のパワーと速度も実際に低下した。対照的に、爆発的トレーニングでは、実施した様々なVJプロトコルにおいて、力、速度、パワーが増加した。

別の研究(23)では、ポルトガルのナショナルディビジョンIでプレーするエリート選手において、インシーズンの12週間の爆発的レジスタンストレーニング・プログラム(CMJと負荷をかけたCMJを含む)の後、CMJの数値が有意に増加した(pre: 34.22 ± 5.9 cm, post: 35.56 ± 6.3 cm)ことが明らかとなった。10、20、30kgの負荷を用いたCMJも有意に増加した。爆発的トレーニングはVJの向上にとって重要ではあるが、レジスタンストレーニングとテクニクトレーニングのしっかりした基礎が身につけてから行なうべきである。この研究では、経験不足の選手が重い負荷を用いたジャンプトレーニングを行なうことは避けるべきであることが強調された。初心者はその代わりに、ジャンプテクニクの完成と筋力と持久力の強化に重点を置くべきである。

第3の研究(10)では、12週間の監督下のオフシーズントレーニングの後、VJとランニングVJがともに向上したことが明らかになった。このトレーニングは、筋力トレーニング(週4回)、プライオメトリックトレーニング(週2回)および有酸素性トレーニング(週4回)で構成されていた。VJは 44.7 ± 5.7 cmから 48.0 ± 4.2 cmに増加し、ランニングVJは、 47.6 ± 5.0 cm

から 51.8 ± 5.6 cmに増加した。加えて、12週間の自主トレーニングを行なったが、VJのパフォーマンスの変化は記録されなかった。

最後に、ある研究(31)では、選手が低速と高速の両角速度でエクササイズを行なった、6週間の等速性レジスタンストレーニングの後、ブロックジャンプとスパイクジャンプのパフォーマンスが向上したことが明らかとなった。測定値は、スタンディングリーチと最大跳躍高の差ではなく、最大跳躍高として報告された。さらに、SDの代わりに測定標準誤差が報告された。ブロックジャンプとスパイクジャンプのベースラインの値(267.0 ± 2.4 cmと 280.7 ± 2.7 cm)は、それぞれ 271.7 ± 2.2 cmと 284.4 ± 2.3 cmまで増加した。コントロール群はバレーボールの練習だけに参加したが、VJパフォーマンスの向上は認められなかった。

S&Cコーチの目的の1つは、トレーニングプログラム全体で、指導する選手のVJパフォーマンスを改善することである。ある研究(13)では、シーズンを通じて週1~2回の持久力および筋力トレーニングを行なった選手では、VJ値の変化はみられなかった。対照的に、7週間の準備期に週3~4回の持久力および筋力トレーニングを行ない、最初の試合期の間も週2~3回のトレーニングを継続した選手群では、VJ値が向上した。第2試合期の最後の5週間に筋力トレーニングを中断したところ、VJ値は低下した。

別の研究(27)では、NCAAディビジョンIの女子選手の2つのシーズン中のVJ値が報告された。2004~2005年のプレシーズンには、2週間に24回の練習セッション、12回の筋力トレーニングセッションを実施し、2日間の休息が含まれていた。スパイクジャ

ンプ(48.8 ± 3.4cm)とブロックジャンプ(39.8 ± 3.7cm)の値は、ベースラインの値(それぞれ52.1 ± 2.9cmと47.5 ± 3.1cm)から有意に低下した。シーズンの終わりに測定すると、スパイクジャンプの値(54.5 ± 3.9cm)がベースラインに戻ったのに対して、ブロックジャンプの値(44.3 ± 3.7cm)は、増加したもののベースラインには達しなかった。2005～2006年のプレシーズンには、2週間に17回の練習セッションと10回の筋力トレーニングセッションを実施し、1日の休息日が含まれていた。スパイクジャンプとブロックジャンプの値はどちらもシーズン中を通じて有意な変化は認められなかった。2004～2005年のプレシーズンに行なわれた7回多い練習セッションが疲労をもたらし、パフォーマンスを低下させた可能性がある。

VJパフォーマンスの向上を目的に、様々な種類のエルゴジェニックエイドがアスリートによって使用されているが、その中には、タイツやエラスティックシューズなどのコンプレッションウェアがある。コンプレッションウェアがジャンプパフォーマンスに影響を及ぼすかを調査した研究が1件ある(18)。18名のNCAAディビジョンIの選手を対象に、ジャンプの間、手を腰に置いたままで行なう10回の最大努力のCMJを調査した。コンプレッションシューズは、ジャンプの最大パワーには影響を与えなかったが、繰り返しジャンプを行なう間のパワー出力の維持には確かに有用であった。コンプレッションシューズの使用によるメリットの根拠は不明ではあるが、この研究の筆者らは、着衣の圧迫から生じる固有受容感覚の信号の増加と関連があるかもしれないと示唆した。だが、このような結果を裏付けるためには、

さらに多くの研究が必要である。

アジリティとスピード

アジリティとスピードは、バレーボール選手が行なう、ディフェンスとオフェンスのほぼすべての技術に欠くことのできない要素である。アジリティとスピードのテストには、様々な種類のプロトコルが利用できるため、研究間の比較は困難である。研究者には、研究文献から入手できるテストプロトコルを選択する際に、特異性を考慮に入れるよう助言する。

2件の研究が女子バレーボール選手のアジリティとスピードに対するS&Cプログラムの効果を調査した(10,27)。1件の研究(10)では、NCAAディビジョンIの先発選手と控えの選手が12週間のオフシーズンのコンディショニングプログラムを行なった。その中には週4回の筋力トレーニングセッション、週2回のプライオメトリックセッション、そして週4回の持久力セッション(~80%最大心拍数で30分のランニング)が含まれる。スピードテストとして、10ヤードスプリント(9.1m)と40ヤードスプリント(36.6m)を行なった。選手のアジリティの測定にはT-テストを用いた。このテストでは、前方へ9.1m走り、左右どちらかに4.6mシャッフルで進み、9.1m反対方向にシャッフルで進み、さらに4.6mシャッフルして中央に戻り、そこから9.1mバックペダルで最初の位置に戻った。走タイムは手に持ったストップウォッチで測定した。これらのテストは12週間のプログラムの開始後2週間とプログラムの終了時に行なわれた。その結果から、先発選手は控えの選手に比べ、40ヤード走のタイムが優れていた(5.56 ± 0.23秒 vs. 5.84 ± 0.24秒)。しかし10ヤード

走(1.55 ± 0.42秒 vs. 1.84 ± 0.09秒)とT-テスト(10.78 ± 0.19秒 vs. 11.04 ± 0.44秒)では、先発と控えの選手の差は認められなかった。先発と控えの両方の選手を合わせたデータからは、12週間のコンディショニングプログラムの結果、T-テストのパフォーマンスが実際には低下したことが明らかになった(pre: 10.87 ± 0.34秒、post: 11.16 ± 0.38秒)。一方、10ヤード走(pre: 1.67 ± 0.35秒、post: 1.82 ± 0.07秒)と40ヤード走(pre: 5.67 ± 0.28秒、post: 5.62 ± 0.24秒)では、変化は認められなかった。筆者らは、これらの値はおそらく12週間のプログラム中にスピードとアジリティのドリルが欠如していたことを反映していること、また筋力トレーニングやプライオメトリックトレーニングだけでは、スピードとアジリティを改善することはできない可能性が高いことを指摘した。

もう1件の研究(27)は、NCAAディビジョンIのバレーボール選手を対象に2週間のプレシーズンコンディショニングの効果を2シーズン連続(2004～2005年、2005～2006年)で調査した。2004～2005年のプレシーズンには、2週間に24回の練習セッション、12回の筋力トレーニングセッション、2日間の休息が含まれていた。2005～2006年のプレシーズンには、2週間に17回の練習セッション、10回の筋力トレーニングセッション、そして1日の休息が含まれていた。T-テストは、プレシーズン前、プレシーズン後、そしてそのシーズンの試合期の終了時に行なわれた。T-テストは、バレーボールコートの半分を使って、Fryら(10)の研究で説明された方法と類似した距離で行なわれた。2004～2005年のシーズンには、

T-テストのパフォーマンスはベースラインの値(10.12 ± 0.5 秒)からプレシーズンの終わりの値(10.33 ± 0.7 秒)に低下したが、そのシーズンの試合期の終わりまでにベースラインの値に戻った(9.79 ± 0.5 秒)。対照的に、2005～2006年のシーズンには、T-テストのパフォーマンスは、プレシーズンの終わりには、ベースラインの値(10.01 ± 0.6 秒)に比べ有意に改善し(9.69 ± 0.6 秒)、試合期の終了までにさらに改善した(9.17 ± 0.8)。これらのデータから、24回の練習セッションと12回の筋力トレーニングセッションを実施した2004～2005年のプレシーズンの後は、アスリートが極度に疲労していた可能性が示唆される。2005～2006年のシーズンには、練習回数は7回少なく、筋力トレーニングセッションも2回少なかったにもかかわらず、アスリートのパフォーマンスは改善した。

プレシーズンプログラムの強度は、トレーニング負荷と回復の間のアンバランスをもたらす可能性がある。コーチは、過剰なトレーニングがパフォーマンスの低下をもたらす可能性があることを理解しなければならない。特に、バレーボールコーチとS&Cコーチは、機能的なオーバーリーチングの概念と非機能的オーバーリーチング、およびオーバートレーニングの概念を認識する必要がある。機能的オーバーリーチングは、トレーニングストレスにより低下したパフォーマンスが、最終的には、回復後のパフォーマンスの向上をもたらす状態である。非機能的オーバーリーチングは、トレーニング負荷が可能な回復を超過した状態であり、パフォーマンスは通常、生理的、心理的な徴候のないまま短期間低下する。最後に、オーバートレーニングは、回

復の不十分なトレーニングが蓄積することにより、生理的、心理的な不適応を伴う長期間のパフォーマンスの低下が生じる状態を指す(24)。

20ヤード(18.3m)ダッシュでは、よく似た値が3件の研究で観察された(16,26,32)。180名の大学生選手は3.05 ± 0.17 秒(16)、1975年アメリカ女子バレーボール・トレーニングチームの15名の選手は3.12 ± 0.13 秒(32)、そして1977年のUniversity of Houstonインビテーション・バレーボールトーナメントの最上位チームと最下位チームの選手はそれぞれ2.98 秒と3.14 秒であった(26)。最後の研究(26)では、20ヤードダッシュの値は、最初の10ヤード(9.91m)と次の10～20ヤード(9.91～19.82m)の記録が別々に報告された。その他のスプリントタイムとしては、5mダッシュの1.05 ± 0.05 秒(35)、10ヤード(9.91m)ダッシュの1.68 ± 0.095 秒などが報告されている(25)。また、後者の研究(25)では、バレーボールとバスケットボール選手の間での比較も行なわれ、バレーボール選手よりもバスケットボール選手(1.72 ± 0.1 秒)のほうが遅いことが明らかとなった。しかし、バレーボール選手もバスケットボール選手とともに、アスリート以外の一般人(1.88 ± 0.13 秒)より速かった。

ある研究(3)では、6 × 1mのプラットフォームにフォースプレートを組み込んだ独自の測定機器を用いた。NCAAディビジョン I～IIIの選手29名が5mの距離を4回走って往復し、スタートにもフィニッシュにもフォースプラットフォームが設置されていた。その結果、ディビジョン IとIIIの選手の走タイムに差は認められなかった。だがこのアジリティ走タイムには、CMJの跳躍高との有意な相関

関係が認められた($r = -0.58$)。実際、跳躍高がアジリティ走タイムの分散の34%を説明していた。最後に、これらのディビジョンで勝ったチームと負けたチームを判別する要因を評価する判別分析の結果、アジリティが重要な判別因子であることが明らかとなった(22)。

コート上のパフォーマンス

バレーボールの試合中の身体的要求に関して、適切な情報をコーチに提供するために、心拍数や血中乳酸濃度などの生理学的変数を実際の試合の条件下で測定する必要がある。また、試合中にバレーボール選手が行なう動作や活動のパターンに関する情報も収集し分析する必要がある。このような測定は、記述分析(notational analysis)または時間-動作分析(time-motion analysis)といわれ、試合中に選手が行なう動作の回数や種類を定量化するために用いられる。残念ながら、時間-動作分析を用いた研究はみつけれなかった。しかしコート上で生理学的変数を調査した研究は2件あった(7,19)。男子バレーボールの時間-動作分析によると、ラリーは普通3～40秒の範囲であり、その大多数は12秒未満であることが明らかになっている。ラリー間の休息時間も同様に12秒以下であった(30)。女子バレーボールのラリーも男子選手のラリーに似ていると考えれば容易ではあるが、それは、試合で実際に時間-動作分析を行なわなければ知ることはできない。

ある研究(7)は、バレーボールの練習中と試合中に、6名の上級以外の女子選手の心拍数を測定した。練習中の心拍数は120～161拍/秒の範囲で、平均すると134拍/秒であった。試合

本番では、心拍数は116～172拍/秒で、平均139拍/秒であった。平均心拍数はスパイクを打つ際に最も高く(138拍/秒)、サーブ時が最も低かった(104拍/秒)。このサンプル数の少ない研究に関しては、バレーボールのプレーは、心拍数が55～60% $\dot{V}O_2\max$ に相当する中程度の強度しかないように思われた。

もう1件の研究(19)では、1983～1984年のドイツ第1リーグの選手を対象に乳酸濃度を測定した。試合前と試合後の乳酸値に有意な変化は認められず、ほぼ2～2.5mmol/lにとどまった。この研究の筆者らの説明では、バレーボールの試合中はほとんどのエネルギーがホスファゲンの分解により供給され、無酸素性の解糖機構からはわずかしか供給されない。理論的には十分ありうることと思われるが、女子バレーボールの試合中に用いられる代謝経路を理解するためには、さらに多くの研究が必要である。

バレーボールのためのコンディショニング

コート上のパフォーマンスのデータ、および生理学的変数の改善法を検証した実験から得られたデータを活用することにより、S&Cコーチは効果的なコンディショニングプログラムを作成することができる。バレーボールのコンディショニングプログラムに関する概念的再検討は本稿の範囲外ではあるが、簡潔な総括は必要である。Hedrickの最近のレビュー(14)によると、バレーボールの上級レベルにおけるパフォーマンスのためのトレーニングプログラムは、バレーボールの要求に特異的でなければならないと提言されている。エクササイズは試合中に起こる運動に基づいていなければならない

い。例えば、バレーボールでは、横方向への運動がしばしば行なわれるのに対して、大多数の筋力エクササイズは矢状面で行なわれる。したがってコーチは、トレーニングプログラムに、ラテラルスクワットやサイドランジなどのエクササイズを取り入れる必要がある。また、ラテラル・ボックスジャンプやラテラルバウンドなどのプライオメトリックエクササイズも取り入れるべきである。さらにバランスとボディコントロールを改善するため、ダンベルトレーニングをコンディショニングプログラムの重要な一部と考える必要がある。同様に、バレーボールの試合では、走る、捻る、ジャンプするなどの運動が要求され、それらの運動では背部に大きな負荷のかかる力が生じるため、体幹のトレーニングは不可欠である。通常、体幹のエクササイズは仰臥位で行なわれる。バレーボールでは、特異性の原理に基づき、若干のエクササイズを立位で行なう必要がある。

強い体幹からは強力な上半身が生まれ、強力な上半身は、より高速のスパイクとVJの向上を達成でき、また、バレーボールの試合中にストレスのかかる肩関節組織の傷害を予防する。最後に、トレーニングでは、試合の最も重要な要素の1つであるVJの向上を目指すなければならない。追跡研究において(15)、Hedrickは上述の原則に基づく、十分に詳細なコンディショニングプログラムを提案している。

方法論および測定に関する注意点

女子バレーボール選手の身体特性、生理学的特性、およびコート上のパフォーマンスを取り上げたレビュー研究に基づいて、方法論および測定法に関する3つの問題点を論じる。まず、(a)時間-動作分析を用いた研究の不

足。女子バレーボール選手の生理学的特性に関して、実際の試合中のデータを示した研究は2件だけであった(7,19)。選手が実際、どのような活動を試合中に行なっているかに関する情報、例えば、デフェンス(ブロックなど)やオフェンス(スパイクなど)におけるVJパフォーマンスの数などは、適切なトレーニングプログラムを作成する際にきわめて重要である。他の球技のように(バスケットボール[36]など)、バレーボールのコート上のパフォーマンスに関して、さらに多くのデータを集めた研究が必要である。試合中にバレーボール選手が実際に行なう主要な活動の体系的観察を慎重に実施する必要がある、得られたコート上のパフォーマンスの詳細な分析に着手すべきである。試合中のバレーボール選手の生理学的要求を理解することによって、S&Cコーチは、個々の選手の特異的要求に合わせた、効果的なS&Cプログラムを計画できるだろう。(b)実験的研究の不足。女子および男子バスケットボール選手の身体特性と生理学的特性(36)およびVJ(37)に関する観察および実験的研究の最近のレビューにおいて論じられたことは、少なくとも1つの介入群と1つのコントロール群を用いて、さらに多くの研究を行ない、アジリティとスピードおよびパワーと筋力のためのコンディショニングプログラムの実施を奨励する必要があるということである。このような所見は、女子バレーボール選手に関する本レビューからも得られる。レジスタンストレーニングプログラムが筋力のパラメータに及ぼす効果を調べるための研究は4件だけであった(10,13,23,31)。女子バレーボール選手に与えられた様々なコンディショニングプログラムの効果を比較するために、複数群を対象に

研究を行なう必要がある。これらの研究から明らかとなる結果は、コーチが指導する選手の育成に対する様々なプログラムの有用性を評価するのに役立つ、またプログラムを一人ひとりの選手の特異的な要求により十分に適合させるのに役立つだろう。(c)使用されているテストプロトコルとテスト環境の多様性。本レビューで取り上げた研究において、アジリティ、スピード、VJのテストなど、生理学的特性を考察するための多様なテストが用いられた。様々な研究から得たデータを比較するためには、テストの具体的なプロトコルと選択した測定機器や設定環境を知ることが不可欠である。さらに、1つの体力テストの結果に基づいて確立された基準を、別のテストの達成結果を評価するために用いることはできない。したがって、テストプロトコルと測定用具を注意深く選択する必要がある。例えば、研究者の目的がスパイクを行なう際の選手のジャンプ能力を研究することであるなら、助走と両手を使用できるジャンプテストを選択すべきである。この場合、テストでは、実際の試合でジャンプする際に選手が行なう固有の活動を模倣する必要がある。

現場への応用

レビューを行なった研究に基づいて、女子バレーボール選手を指導するバレーボールコーチとS&Cコーチに対し、現場で役立つ3つの実用的提言を行なう。(a)S&Cプログラムを計画する際には、トレーニング量を慎重にモニタリングすべきである。高レベルのバレーボール技術に熟達するためには、トレーニングの量と強度の適切なバランスが必要であり、またトレーニングセッション間に十分な休息を取る

必要がある。トレーニングの量と強度と頻度の適切なバランスが保たれないと、オーバーリーチングやオーバートレーニングが起こる可能性がある。機能的オーバーリーチングは、最終的にはパフォーマンスの向上につながるが、非機能的オーバーリーチングとオーバートレーニングは、どちらも短期的または長期的なパフォーマンスの低下をもたらす可能性がある。非機能的なオーバーリーチングとオーバートレーニングの判断は困難であり、客観的な結果によってどちらであるかが決まる。しかし、オーバートレーニングに気づくためのキーワードは、アスリートおよびいくつかの生体調節機構の「長期的な不適応(prolonged maladaptation)」である(24)。またオーバートレーニングは、パフォーマンスの低下、疲労の増加、そしてストレスが特徴であり(34)、したがって、トレーニングと回復とのバランスを保つことは、年間トレーニングプログラムを実施している選手の活動をモニタリングする際にきわめて重要である(Meeusenらによるオーバーリーチングとオーバートレーニングに関するレビューを参照[24])。(b)バレーボールのプログラムには、爆発的な種類のトレーニングまたはプライオメトリックトレーニング(パワートレーニング)を取り入れるべきである。本レビューで示したように、女子バレーボール選手のパフォーマンス、特にVJ-ブロック、サーブ、スパイクなどを含むパフォーマンスの向上には、伝統的なレジスタンストレーニングだけでは十分とはいえない。したがって、全体的なコンディショニングプログラムの中で、選手が特に下肢の筋パワーの向上を図れるように、爆発的な種類の筋力トレーニングやプライオメトリックトレーニング

をプログラムに取り入れる必要がある。(c)コンディショニングプログラムを計画する際には、傷害予防に配慮すべきである。例えばMarquesらが示唆したように(23)、トレーニング経験の少ない選手は、重い負荷を用いたジャンプトレーニングは避けなければならない、筋力の増強とジャンプテクニックの向上に集中する必要がある。筋力トレーニングの強固な基盤ができてから、初めて爆発的トレーニングを開始すべきである。例を挙げれば、膝蓋腱炎(いわゆるジャンパー膝)は、ジャンプトレーニングの量の増加によって起こるオーバーユース障害であり、アスリートが硬く、弾力のないサーフェスで練習を行なった場合に頻発する(29)。したがって、アスリートが練習を行なうサーフェスの種類はきわめて重要である。◆

謝辞

我々著者は、本稿の執筆にあたり編集の手助けを提供してくれたDinah Olswangに深謝する。本レビューの執筆にあたり、いかなる資金援助も受けていない。筆者らは、本稿の内容に直接関係のあるいかなる利害の対立も有しない。

※「References」は誌面の都合によりウェブサイトのみに掲載いたします。

参照ご希望の方は、

<http://www.nsca-japan.or.jp>

から会員専用ページにログインしてご覧ください。

From *Journal of Strength and Conditioning Research* :
Volume 24, Number 7, pages 1963-1973.

女子バレーボール選手の身体的および生理学的特性：論文レビュー

Physical and Physiological Attributes of Female Volleyball Players-A Review

References

1. Alfredson, H, Pietila, T, and Lorentzon, R. Concentric and eccentric shoulder and elbow muscle strength in female volleyball players and non-active females. *Scand J Med Sci Sports* 8: 265-270, 1998.
2. Amasay, T. Static block jump techniques in volleyball: Upright versus squat starting positions. *J Strength Cond Res* 22: 1242-1248, 2008.
3. Barnes, JL, Schilling, BK, Falvo, MJ, Weiss, LW, Creasy, AK, and Fry, AC. Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *J Strength Cond Res* 21: 1192-1196, 2007.
4. Bayios, IA, Bergeles, NK, Apostolidis, NG, Noutsos, KS, and Koskolou, MD. Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *J Sports Med Phys Fitness* 46: 271-280, 2006.
5. Cardinale, M and Lim, J. Electromyography activity of vastuslateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *J Strength Cond Res* 17: 621-624, 2003.
6. Coutts, KD. Leg power and Canadian female volleyball players. *Res Q* 47: 332-335, 1976.
7. Fardy, PS, Hritz, MG, and Hellerstein, HK. Cardiac responses during women's intercollegiate volleyball and physical fitness changes from a season of competition. *J Sports Med Phys Fitness* 16: 291-300, 1976.
8. Ferris, DP, Signorile, JF, and Caruso, JF. The relationship between physical and physiological variables and volleyball spiking velocity. *J Strength Cond Res* 9: 32-36, 1995.
9. Fleck, SJ, Case, S, Puhl, J, and Van Handle, P. Physical and physiological characteristics of elite women volleyball players. *Can J Appl Sport Sci* 10: 122-126, 1985.
10. Fry, AC, Kraemer, WJ, Weseman, CA, Conroy, BP, Gordon, SE, Hoffman, JR, and Maresh, CM. The effects of an off-season strength and conditioning program on starters and non-starters in women's intercollegiate volleyball. *J Appl Sport Sci Res* 5: 174-181, 1991.
11. Gladden, LB and Colacino, D. Characteristics of volleyball players and success in a national tournament. *J Sports Med Phys Fitness* 18: 57-64, 1978.
12. Gualdi-Russo, E and Zaccagni, L. Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness* 41: 256-262, 2001.
13. Häkkinen, K. Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *J Sports Med Phys Fitness* 33: 223-232, 1993.
14. Hedrick, A. Training for high level performance in women's collegiate volleyball: Part I training requirements. *Strength Cond J* 29: 50-53, 2007.
15. Hedrick, A. Training for high level performance in women's collegiate volleyball: Part II training program. *Strength Cond J* 30: 12-21, 2008.
16. Hosler, WW, Morrow, JR Jr, and Jackson, AS. Strength, anthropometric, and speed characteristics of college women volleyball players. *Res Q* 49: 385-388, 1978.
17. Johnson, GO, Nebelsick-Gullett, LJ, Thorland, WG, and Housh, TJ. The effect of a competitive season on the body composition of university female athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 29: 314-320, 1989.
18. Kraemer, WJ, Bush, JA, Bauer, JA, Triplett-McBride, NT, Paxton, NJ, Clemson, A, Koziris, LP, Mangino, LC, Fry, AC, and Newton, RU. Influence of compression garments on vertical jump performance in NCAA division I volleyball players. *J Strength Cond Res* 10: 180-183, 1996.
19. Kunstlinger, U, Ludwig, HG, and Stegemann, J. Metabolic changes during volleyball matches. *Int J*

Sports Med 8: 315-322, 1987.

20. Lawson, BR, Stephens, TM, Devoe, DE, and Reiser, RF. Lower-extremity bilateral differences during step-close and no-step countermovement jumps with concern for gender. *J Strength Cond Res* 20: 608-619, 2006.
21. Malousaris, GG, Bergeles, NK, Barzouka, KG, Bayios, IA, Nassis, GP, and Koskolou, MD. Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball players. *J Sci Med Sport* 11: 337-344, 2008.
22. Marey, S, Boleach, LW, Mayhew, JL, and McDole, S. Determination of player potential in volleyball: Coaches' rating versus game performance. *J Sports Med Phys Fitness* 31: 161-164, 1991.
23. Marques, MC, Tillaar, R, Vescovi, JD, and Gonzalez-Badillo, JJ. Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: A case study. *J Strength Cond Res* 22: 1147-1155, 2008.
24. Meeusen, R, Duclos, M, Gleeson, M, Rietjens, G, Steinacker, J, and Urhausen, A. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome. *Eur J Sport Sci* 6: 1-14, 2006.
25. Morrow, JR Jr, Hosler, WW, and Nelson, JK. A comparison of women intercollegiate basketball players, volleyball players and non-athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 20: 435-440, 1980.
26. Morrow, JR Jr, Jackson, AS, Hosler, WW, and Kachurik, JK. The importance of strength, speed, and body size for team success in women's intercollegiate volleyball. *Res Q* 50: 429-437, 1979.
27. Nesser, TW and Demchak, TJ. Variations of preseason conditioning on volleyball performance. *J ExercPhys Online* 10: 35-42, 2007.
28. Newton, RU, Rogers, RA, Volek, JS, Hakkinen, K, and Kraemer, WJ. Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. *J Strength Cond Res* 20: 955-961, 2006.
29. Reeser, JC, Verhagen, E, Briner, WW, Askeland, TI, and Bahr, R. Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *Br J Sports Med* 40: 594-600; discussion 599-600, 2006.
30. Sheppard, JM, Gabbett, T, Kristie-Lee, T, Dorman, J, Lebedew, AJ, and Borgeaurd, R. Development of repeated-effort test for elite men's volleyball. *Int J Sports PhysiolPerf* 2: 292-304, 2007.
31. Smith, DJ, Stokes, S, and Kilb, B. Effects of resistance training on isokinetic and volleyball performance measures. *J Appl Sport Sci Res* 1: 42-44, 1987.
32. Spence, DW, Disch, JG, Fred, HL, and Coleman, AE. Descriptive profiles of highly skilled women volleyball players. *Med Sci Sports Exerc* 12: 299-302, 1980.
33. Stech, M and Smulsky, V. The estimation criteria of jump actions of high performance female volleyball players. *Res Yearbook* 13: 77-81, 2007.
34. Urhausen, A, Gabriel, H, and Kindermann, W. Blood hormones as markers of training stress and overtraining. *Sports Med* 20: 251-276, 1995.
35. Wnorowski, K. Relations between technical-tactical competence and speed-force skills in women volleyball players. *Res Yearbook* 13: 226-229, 2007.
36. Ziv, G and Lidor, R. Physical attributes, physiological characteristics, on-court Performances, and nutritional strategies of female and male basketball players *Sports Med* 39: 547-568, 2009.
37. Ziv, G and Lidor, R. Vertical jump in female and male basketball players-A review of observational and experimental studies. *J Sci Med Sport* doi:10.1016/j.jsams. 2009. 02.009.

From *Journal of Strength and Conditioning Research*
Volume 24, Number 7, pages 1963-1973