

Ein CMJ-Training ist effektiver als ein DJ-Training zur Verbesserung der vertikalen Sprungkraft bei Volleyball- spielerinnen

Abschlussarbeit zur Erlangung des
Master of Science in Sportwissenschaften
Option Unterricht

eingereicht von

Serge Andrey

an der
Universität Freiburg, Schweiz
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Departement für Medizin

in Zusammenarbeit mit der
Eidgenössischen Hochschule für Sport Magglingen

Referent
Prof. Dr. Wolfgang Taube

Betreuer
Jan Ruffieux

Fribourg / Freiburg, August 2017

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	4
1.1 Anforderungsprofil im Volleyball	4
1.2 Sprungarten im Volleyball.....	9
1.3 Mögliche Trainingsmethoden zur Verbesserung der vertikalen Sprungkraft	11
1.4 Vergleich der CMJ- und DJ-Trainingsmethoden auf die beiden Hauptsprungarten im Volleyball	13
1.5 Ziel und konkrete Fragestellung	15
2 Methoden.....	17
2.1 Probanden	17
2.2 Studiendesign.....	17
2.3 Eingangs- und Ausgangsmessungen	17
2.4 Trainingseinheiten	20
2.5 Datenauswertung	21
3 Resultate	23
4 Diskussion	26
4.1 CMJ- und DJ Training zur Verbesserung der vertikalen Sprungkraft geeignet	26
4.2 Die CMJ Trainingsform ist effektiver als diejenige des DJ's	27
4.3 Unterschiedliche Entwicklung in den verschiedenen Sprungformen.....	28
4.4 Stärken und Schwächen der Studie	28
4.5 Ausblick und Bedeutung für die Praxis.....	29
5 Schlussfolgerung	31
Literaturverzeichnis.....	32
Danksagung.....	35

Zusammenfassung

Es stellt sich die Frage nach dem optimalen Profil eines Volleyballspielenden um höchstmögliches Niveau zu erreichen. Als Eckpfeiler für ein solches Anforderungsprofil wurden Motivation und Teamgedanke, technische Fertigkeit, taktische Fertigkeit und physischen Voraussetzungen ausgewählt. Eine wichtige Komponente der physischen Voraussetzungen ist die vertikale Sprungkraft. Im Volleyball spielt die vertikale Sprungkraft aufgrund des Angriffs und des Blocks eine zentrale Rolle. Sie werden als Hauptsprungarten des Volleyballs bezeichnet und sind von der vertikalen Sprungkraft abhängig. Als mögliche Trainingsform für die Verbesserung der Block- sowie Angriffshöhe, werden der Counter Movement Jump (CMJ) und der Drop Jump (DJ) in Betracht gezogen. Der CMJ weist dabei die höhere Trainingspezifität bezüglich der beiden Hauptsprungarten im Volleyball auf. Beim DJ wird jedoch mit einem grösseren mechanischen Output trainiert. Anhand dieser Studie soll nun herausgefunden werden, welche der beiden Trainingsformen (CMJ vs. DJ) sich eher für eine Verbesserung der CMJ Höhe eignet. Bei der Studie haben insgesamt 26 Volleyballspielerinnen (15-32 Jahre alt) teilgenommen. Die 26 Probandinnen wurden in eine CMJ Trainingsgruppe und in eine DJ Trainingsgruppe aufgeteilt. Für die Pre- und Posttests wurden die Höhe des CMJ mit Armschwung, CMJ ohne Armschwung, CMJ mit Armschwung und Anlauf und des DJ mit Armschwung gemessen. Innerhalb von sechs Wochen haben die Probandinnen 10-12 Trainingseinheiten absolviert. Gesamthaft macht dies zwischen 600 und 720 Sprünge, die jede Probandin durchgeführt hat. Die Anova ergab einen signifikanten Trainingseffekt auf die Sprunghöhe ($p < 0.001$). Eine signifikante Interaktion zwischen Zeitpunkt und Trainingsform ($p < 0.001$) zeigt, dass sich die Trainingsformen unterschiedlich verbessert haben. Separate post-hoc Anovas für jede Trainingsform haben ergeben, dass sich aber beide Formen signifikant verbessert haben (beide $p < 0.001$). Beide Sprungarten haben sich durch die hervorragende Entwicklung der Sprunghöhe bei den Probandinnen als geeignete Trainingsform für die vertikale Sprungkraft herausgestellt. Ein CMJ Training ist aber effektiver als ein DJ Training zur Verbesserung der vertikalen Sprungkraft bei Volleyballspielerinnen. Diese Erkenntnis ist relevant für die Praxis, da sich die Steigerung der vertikalen Sprungkraft unmittelbar auf das Spielniveau der Volleyballerin und somit auf die gesamte Teamleistung übertragen kann.

1 Einleitung

Volleyball ist eine der beliebtesten Teamsportarten die existiert. Viele Menschen erfreuen sich an dem Spiel, das vom Kollektiv lebt. Oft wird Volleyball in der Freizeit, nach der Schule oder der Arbeit gespielt, ohne dabei den absoluten Ansporn zu verspüren, die Sportart immer besser zu beherrschen. Es gibt aber durchaus Sportler/Innen die den Wunsch verspüren, im Volleyball stetig besser zu werden. Damit auf einem hohen Niveau gespielt werden kann, gibt es viele verschiedene Puzzleteile die zusammenpassen müssen. Die einzelnen Puzzlestücke können auch als Teile des Anforderungsprofils, dem eine gute Volleyballspielerin oder ein guter Volleyballspieler entsprechen muss, betrachtet werden.

Die Einleitung ist trichterförmig aufgebaut und beginnt mit Volleyball als globale Teamsportart. Es kann durchaus spannend sein, was alles zu einem guten Volleyballspieler, einer guten Volleyballspielerin gehört. Die Aufstellung eines möglichen Anforderungsprofils und die darauffolgende Konzentration auf die physischen Voraussetzungen, war eine weitere Annäherung an das eigentliche Thema: Die vertikale Sprungkraft.

Im zweiten Teil der Einleitung werden dann der Angriff sowie der Block als die Hauptsprungarten des Volleyballs ermittelt und in ihrer Ausführung erklärt. Als mögliche und sinnvolle Trainingsmethoden ergeben sich der Counter Movement Jump (CMJ) und der Drop Jump (DJ). Die beiden Hauptsprungarten des Volleyballs verbunden mit den zwei Trainingsmethoden führen zur Formulierung des Ziels und der konkreten Fragestellung dieser Arbeit.

1.1 Anforderungsprofil im Volleyball

Volleyballspielende dürfen den Ball nur für einen kurzen Moment kontrollieren und müssen ihn direkt weiterspielen. Da die Berührung erfolgt, bevor der Ball den Boden berührt, wird diese auch volley genannt. Die Bewegungsantwort ist durch die hohe Geschwindigkeit der Bälle von grosser Bedeutung und eine korrekte Antizipation des Spielgeschehens unumgänglich. Volleyball gehört zur Familie der Rückschlagspiele, der Ball wird aber nicht nur vom Gegner zurückgespielt, sondern auch unter den eigenen Teammitgliedern zugespielt. Diese Eigenschaft erfordert eine gute Kommunikation und Teamarbeit. Es gibt wohl nur wenige Teamsportarten, in denen der Einzelspieler einen so kleinen Einfluss hat und das Kollektiv derart im Zentrum steht wie im Volleyball. Das Ziel dabei ist einfach, der Ball soll im gegnerischen Feld den Boden berühren oder den Gegner zu einem Fehler zwingen. Befindet sich der Ball in der eigenen Feldhälfte, wird mit maximal drei Ballberührungen versucht eine Situation zu kreieren, die zu einem direkten Punktgewinn führt, den Spielaufbau des Gegners erschwert oder diesen ganz verun-

möglichst (Schnyder-Benoit, 2016). Damit dies bestmöglich gelingt, müssen viele Komponenten beim Spielaufbau, also den ersten beiden Berührungen übereinstimmen. Gelingt der Spielaufbau, wird durch einen Sprungangriff, auch Smash genannt, einen möglichen Punktgewinn gesucht. Je höher der Ball beim Angriff geschlagen wird umso senkrechter ist der Winkel indem der Ball auf die andere Feldhälfte bewegt werden kann. Dies erschwert es dem Gegner den Ball erneut zu kontrollieren und einen möglichen Spielaufbau seinerseits. Durch die Netzhöhe, welche bei den Männern 2.43 m beträgt und bei den Frauen auf 2.24 m liegt, spielen die Körpergrösse sowie die vertikale Sprungkraft bei Volleyballspielenden eine wichtige Rolle. Ohne diese beiden Aspekte wird es schwierig den Ball so senkrecht wie möglich zu schlagen und dadurch den Gegner in Bedrängnis zu bringen.

Nach der Erläuterung der Spielidee im Volleyball stellt sich die Frage, nach dem optimalen Profil eines Volleyballspielenden um höchstmögliches Niveau zu erreichen.

1.1.1 Motivation und Teamgedanke. Gemeinsam mit fünf weiteren Spielenden steht man auf dem Feld und verfolgt dasselbe Ziel. Doch der einzelne Spieler kann noch so stark sein, er hat maximal zwei Ballberührungen pro Spielaufbau bevor der Ball wieder über das Netz und in Richtung des Gegners gespielt wird. Mindestens eine und mehrheitlich sogar zwei Ballberührungen sind durch die Teammitglieder bestimmt und können daher nicht direkt beeinflusst werden. Dies ist ein grosser Unterschied zu vielen anderen Teamsportarten, wie beispielsweise Basketball oder Fussball, bei denen ein Spieler sich den Ball erkämpfen kann und danach die Möglichkeit hat, in Richtung vom gegnerischen Korb oder Tor loszulaufen. Aus diesem Grund gehört Teambildung zum Anforderungsprofil eines jeden guten Volleyballspielers. Laut dem schweizerischen Bundesamt für Sport (2017) gibt es sieben Kernpunkte, wie aus einer Gruppe ein echtes Team entstehen kann. 1. The mission - das gemeinsame Ziel. 2. Mit Herz - commitment. 3. Wer sind wir - Rollenverteilung. 4. Gemeinsam wachsen - Teamentwicklung. 5. Nicht nicht - klare Kommunikation. 6. Streiten - konstruktive Konflikte. 7. Führen - eigene Persönlichkeit. Es geht dabei nicht darum, einem Individuum zu lehren, wie es mit dem Team klar kommen soll sondern darum, dem Team beizubringen, wie es mit einem Individuum klar kommt. Fühlt sich das Individuum im Team integriert und wohl, ist der Grundstein für eine erfolgreiche Entwicklung gelegt, die zu einer höheren Leistungsfähigkeit im Volleyball führt.

1.1.2 Technische Fertigkeit. Im Volleyball darf der Ball jeweils nur mit einer kurzen Berührung kontrolliert werden, bevor dieser so genau wie möglich an einen Mitspielenden weitergeleitet oder über das Netz zum Gegner gespielt wird. Den Ball volley mit nur einer Berührung

anzunehmen und wieder abzugeben erfordert eine hohe technische Fertigkeit. Laut Spielregeln kann der Ball mit jedem Körperteil gespielt werden, trotzdem gibt es eine Reihe von geläufigen Techniken wie der Ball mit den Armen und Händen am besten kontrolliert werden kann, ohne diesen zu fangen: 1. Die Manchette als Annahme, Verteidigung und Zuspiel. 2. Oberes Zuspiel auch Pass genannt. 3. Aufschlagvarianten: Service von unten oder oben, aus dem Stand oder gesprungen. 4. Schlagvarianten: Driveschlag, harter Angriff, Finte, Poke Shot und Cut Shot. 5. Block: Blocksprung, Blockverschiebung, Block stellen und Block lösen (Forster, 2016). Für eine richtige Ausführung der unterschiedlichen Ballberührungen, benötigt es für jede Form individuell angepasste technische Knotenpunkte. Wird die Grundtechnik jeder einzelnen, der aufgezählten Ballberührungen beherrscht, gilt es sich taktische Fertigkeiten bei Ballbesitz wie auch bei den Bewegungsabläufen ohne Ball anzueignen.

1.1.3 Taktische Fertigkeit. Spielsysteme, Individualtaktik und Kollektivtaktik bilden die drei Elemente aus denen sich die Taktik zusammenstellt (Bettello, 2016). Die Gesamtheit des Verhaltens, der Systeme, der Massnahmen und der Aktionen, welche die eigenen Stärken des Teams optimieren, werden in einem weiteren Schritt an die Stärken und Schwächen des Gegners adaptiert. Die Kollektivtaktik steht für das Verhalten des eigenen Teams in einer spezifischen Situation und die Individualtaktik für das Verhalten eines einzigen Spielenden in eben dieser Situation (Bettello, 2016). Die Kollektivtaktik, auch Teamtaktik genannt, hat Priorität vor der Individualtaktik, ganz nach dem Team Motto, Together Everyone Achieves More. Das Werkzeug der Taktik sind die Spielsysteme. Einfache Spielsysteme wie das 6-6 haben noch keine Spezialisierung der Positionen. Vom 6-3 über das 6-2 bis zum 5-1 werden die Positionen immer spezifischer. Die erste Zahl steht für die Anzahl von Spielenden, die Angreifen dürfen und die zweite Ziffer für die Anzahl, die als Zusatzaufgabe das Passspiel haben. Beim 5-1 greift der Zuspieler nicht mehr an, da er nun bei jedem Angriff passt. Jedes dieser Positionssysteme besteht aus zwei unterschiedlichen Phasen, in denen sich die Positionen verändern. Es gibt die Periode des Ballbesitzes, dem Angriffssystem auch als Komplex 1 bezeichnet. Es gibt aber auch die Situation ohne den Ball, das Verteidigungssystem oder auch Komplex 2, in dem der Block und die Verteidigung zum Einsatz kommen. Die Kollektivtaktik beinhaltet unter anderem die Organisation der Annahme sowie die Verteidigung und den Block. Weiter müssen die Positionen auf dem Feld, in Bezug auf den Angriff angeglichen werden. Auch die Spezialisierung der Spielenden und der Gameplan, sind Teil der Kollektivtaktik (Bettello, 2016). Einen Angriffswinkel wählen, Entscheidungen am Zuspiel und in der Annahme treffen oder die Positionierung

in der Verteidigung gehören zur Individualtaktik. Der Spielende muss die beiden Taktiken während des Spiels verbinden und dabei seine technischen Fertigkeiten weiterhin anwenden können um dem optimalen Anforderungsprofil gewachsen zu sein. Vor allem bei den Ballberührungen am Netz, während denen die Spielenden sich in der Luft befinden, ist die Verbindung schwierig. Nur durch viel Sprungtraining, kann eine gewisse Stabilität in der Luft, die es für eine korrekte Ausführung benötigt, gewährleistet werden.

1.1.4 Physische Voraussetzungen. Im Volleyball werden auf dem 9x9 m grossen Feld, Bewegungen von ungefähr 3-6 m durchgeführt. Ein durchschnittlicher Ballwechsel hat eine Zeitdauer von 7-10 s. Die Pause dazwischen beträgt 13-15 s (Bundesamt für Sport, 2017). Weitere Zahlen von Jugend und Sport Volleyball (2017) zeigen, dass die übliche Spielzeit von einem Satz der bis auf 25 Punkte gespielt wird, zwischen 20 und 22 min dauert und dabei die Spielenden 24 bis 28 Sprünge absolvieren. Aus diesen Gründen sind Grundfertigkeiten, wie physische und psychische Belastbarkeit bei wechselndem Intensitätsgrad, Bewegungs- und Reaktionsschnelligkeit sowie Koordination und Schnellkraft sehr wichtig (Papageorgiu & Spitzley, 2007). Die physischen Voraussetzungen, welche eine Volleyballspielerin mitbringen muss, damit sie die Sportart auf einem hohen Niveau ausführen kann, sind sehr umfangreich. Grosse Unterschiede gibt es bei der Zusammenstellung der Körperkompositionen von professionellen Volleyballspielerinnen. Laut der Metastudie von Lidor und Ziv aus dem Jahr 2010 bestehen die Unterschiede aus dem genetischen Profil, dem Spielniveau und den Selektionsprozessen, welchem die Spielerinnen unterliegen. Trotz dieser Differenzen setzt sich eine allgemeingültige Gliederung von physischen Komponenten zusammen, die einer Spielerin dabei helfen, besser Volleyball zu spielen. Dazu gehören unter anderem Ausdauer, Geschwindigkeit, Beweglichkeit, Körpergrösse und Kraft.

Bei Betrachtung der durchschnittlichen Zeitdauer eines Ballwechsels und der darauffolgenden Dauer der Pause bis der Ball wieder im Spiel ist, scheint es auf den ersten Blick unlogisch, dass die Ausdauer zu den wichtigen Komponenten gehören soll. Die aerobe Kapazität spielt aber gerade bei einem Match über vier bis fünf Sätze eine wichtige Rolle, um die Qualität des Spiels aufrecht zu halten (Lidor & Ziv, 2010).

Volleyballspielerinnen bewegen sich auf dem Feld im Normalfall in einem Radius von 3-6 m. Dabei gibt es Bälle, die wenige Zentimeter vor dem Boden noch gerettet werden und bei einem Angriff wird der Ball nach dem Absprung der Athletin wiederum am höchstmöglichen Punkt geschlagen. Somit ist es durchaus möglich, dass eine Volleyballspielerin innerhalb von wenigen

Sekunden flach auf dem Boden liegt, um den Ball vor dem Aufprall zu retten, und gleich anschliessend den Ball weit über dem Netz mit einem Angriff wieder ins gegnerische Feld schlägt. Damit solche Aktion erfolgreich abgeschlossen werden können, ist eine ausgesprochen gute Beweglichkeit und Geschwindigkeit auf den ersten Metern unabdingbar. Marey, Boleach, Mayhew und McDole haben im Jahre 1991 herausgefunden, dass bei der Analyse der Faktoren, welche Gewinnerteams von Verliererteams unterscheiden, das Niveau der Beweglichkeit von enormer Wichtigkeit ist.

Ebenfalls wichtige Faktoren um im Volleyball eine gute Leistung zu erzielen, sind die Körpergrösse und das relative Körpergewicht. Diese werden häufig als Auswahlkriterien von vielversprechenden Volleyballtalenten benutzt (Malousaris et al. 2008). Morrow, Hosler und Nelson haben 1980 nachgewiesen, dass Collegevolleyballerinnen deutlich grösser sind und auch schwerer aber zugleich einen niedrigeren Fettanteil haben im Vergleich zu Personen die nicht mehrmals wöchentlich trainieren. Je höher das Level im Volleyball wird, umso grösser und schwerer sind die Spielerinnen (Barnes et al., 2017). Zu einem der entscheidenden Elemente im Volleyball gehört, den Ball im Angriff möglichst hoch zu schlagen, damit sich die Athleten eine optimale Ausgangslage für den Punktgewinn schaffen können. Oder als verteidigendes Team den Angriff durch einen Block abzuwehren, da braucht es ebenfalls die nötige Höhe. Dafür ist nicht nur die Grösse von Fuss bis Kopf von Bedeutung. Gualdi-Russo und Kollegen haben 2001 herausgefunden, dass für Volleyballerinnen im Spitzensport auch die Armlänge, Beinlänge und Sitzhöhe ausschlaggebend für die Lufthöhe über dem Netz sind.

Weder die Länge der eigenen Beine noch die Armlänge können wir uns aussuchen. Es ist eine gegebene Komponente, die nicht beeinflussbar ist. Besitzt eine Volleyballspielerin zudem eine gute vertikale Sprungkraft, ist dies eine enorme Hilfe um den Ball an einem noch höheren Punkt zu spielen. Im Gegensatz zur Körpergrösse ist die vertikale Sprungkraft trainierbar. Der vertikale Sprung ist die wichtigste Kraft im Volleyball, denn sie ist fundamental für das Angriffs- und Blockspiel. Im Jahre 1985 fanden die Forscher Fleck, Case, Puhl und Van Handle heraus, dass es einen Unterschied zwischen US-Nationalspielerinnen und Universitätsspielerinnen bei der CMJ Leistung gibt. Die amerikanischen Nationalspielerinnen sprangen dabei durchschnittlich 6.9 cm höher als die Universitätsspielerinnen. Je höher das Niveau ist, umso besser wird die vertikale Sprungkraft der Spielerinnen. Die Studie von Gladden und Golacino (1978) ging mit ihren Erkenntnissen, die sie während den nationalen Meisterschaften der Vereinigten Staaten 1974 machten, noch einen Schritt weiter. Dabei kam zum Vorschein, dass die vertikale

Sprungleistung und die durchschnittliche Sprunghöhe mit der Schlussrangierung der Frauentteams übereinstimmten. Bei den Männerteams kam es am selben Turnier aber zu keiner Korrelation zwischen Sprunghöhe und Rangliste. Gladden und Golacino gehen von einer kritischen Höhe am Netz aus, die ideal für das Blocken und Angreifen ist. Da Männer im Durchschnitt grösser und sprunggewaltiger sind, haben sie ab einem bestimmten Niveau keine Probleme mehr die kritische Höhe zu erreichen. Daher entstand die Annahme, dass die vertikale Sprungkraft bei den Frauen einen noch höheren Stellenwert einnimmt als dies bei den Männern der Fall ist. Aufgrund der bedeutenden Relevanz, welche die vertikale Sprungkraft im Frauenvolleyball hat, wird diese physische Komponente zum Kernpunkt der fortlaufenden Arbeit.

1.2 Sprungarten im Volleyball

Über 20 Sprünge absolviert laut dem Bundesamt für Sport (2017) eine Spielerin im Volleyball in einem Satz. Dazu zählen viele verschiedene Arten von Sprüngen. Als Hauptsprungformen werden der Angriff und der Block angesehen. Es gibt aber noch weitere vertikale Sprungarten: Ab einem gewissen Level springt die Zuspielerin bei jedem Pass den sie spielt ab. Es gibt Spielerinnen, die üben einen «Jump-Serve» aus. Dabei wird der Ball aufgeworfen und nach einen vier Schritt Anlauf springt die Spielerin ab und versucht den Ball am höchstmöglichen Punkt zu schlagen. Weiter kann es bei einer Verteidigungsaktion durchaus vorkommen, dass die Gegnerin versucht den Ball über einem drüber zu lobben. Dieses Unterfangen der Gegnerin wird auch hier durch gute vertikale Sprungkraft erschwert. Bevor genauer auf die Trainingsmethoden der vertikalen Sprungkraft eingegangen wird, sind die beiden Hauptsprungarten kurz erklärt. Diese Erklärung hilft im weiteren Verlauf besser zu verstehen, warum welche Trainings- und auch Messmethoden angewendet werden.

1.2.1 Angriff / Smash. Bei der Ausführung des harten Angriffs ist als erster Knotenpunkt die Vorbereitung zu beachten. Nach vier Schritten Anlauf erfolgt ein Stemmschritt und der darauffolgende beidbeinige Absprung (siehe Abbildung 1, Mitte). Beide Arme werden beim Absprung parallel nach oben geführt und geben zusätzlichen Schwung. Der Ellbogen des Schlagarms wird danach auf Kopfhöhe nach hinten gezogen, während der Schwungarm nach oben geht und in Richtung des Balls zeigt. Es entsteht eine Pfeil und Bogen Bewegung (Forster, 2016). Die allgemeine Absicht besteht darin den Ball mit grösstmöglicher Abschlaghöhe kontrolliert ins gegnerische Feld zu schlagen. Erst nach dieser Vorbereitungsphase erfolgt der eigentliche Schlag. Hier liegt die Konzentration auf der maximalen Beschleunigung des Schlagarms nach oben, damit der Treffpunkt des Balls am höchstmöglichen Punkt vertikal über der

Schlagschulter und mit offener Schlaghand durchgeführt werden kann (Forster, 2016). Zum Schluss der Bewegung findet eine Beschleunigung aus dem Handgelenk statt. Primäre Absicht ist es den Punkt zu erzielen oder zumindest den Gegenangriff zu erschweren.



Abbildung 1. Die Volleyballspielerin führt einen Angriff ohne Ball aus, um sich auf den Bewegungsablauf zu fokussieren.

1.2.2 Blocksprung. Als erste Verteidigungsmöglichkeit kann der Gegner einen Block stellen. Bei der Vorbereitung auf den Block sind die Handflächen parallel zum Netz, dabei dienen die angewinkelten Ellenbogen als Abstandsmesser, wie auf der Abbildung 2 zu erkennen ist. Vor dem Absprung kommt es zu einer tiefen Ausholbewegung mit den Beinen, um eine bestmögliche Höhe zu erreichen. Während der Flugphase befindet sich der Körper in einer C+ Position, diese verlangt eine gute Rumpfstabilität (siehe Abbildung 2, links). Eine gute Rumpfmuskulatur ist für die Bewegungskontrolle in der Luft eine wichtige Grundlage. Weiter muss darauf geachtet werden, dass der Block am richtigen Ort gestellt wird. Die Blockposition ist in der Verlängerung der Körperachse des Angreifenden, also der Hauptangriffsrichtung (Forster, 2016). Die blockende Person kann sich entscheiden, ob sie die diagonale Seite abdecken will oder die Linie. Bei einem Diagonalblock geht die Aussenhand des Blockenden zum Ball und beim Linienblock ist es die Innenhand. Wie beim Angriff ist auch beim Block das Ziel, den höchstmöglichen Punkt mit den Armen zu erreichen. Es soll verhindert werden, dass der Angreifer über den Block schlagen kann.



Abbildung 2. Die Volleyballspielerin führt einen Block ohne gegnerischen Angriff aus.

1.3 Mögliche Trainingsmethoden zur Verbesserung der vertikalen Sprungkraft

Ein Grossteil von Trainern aus den unterschiedlichsten Sportarten betrachtet die vertikale Sprungkraft als eine der Anhaltspunkte für das vorhandene Potential eines Sportlers. Dies aus dem Grund, weil viele Sportarten von einer ausgeprägten Sprungfähigkeit abhängig sind, um den gewünschten Leistungsnachweis zu erbringen. Was dazu führt, dass eben viele Trainer die Explosivkraft der unteren Extremitäten ihrer Athleten und Athletinnen verbessern möchten (Hübner, Lüthy, Sonderegger & Tschopp, 2014). Beim Training der vertikalen Sprungkraft wird die Muskelmasse vergrössert und die neuronalen Mechanismen, wie etwa der Muskelspindelreflex verbessert, damit wird herbeigeführt, dass sie in immer kürzer werdenden Zeit aufeinander reagieren können, was wiederum zu einer erhöhten vertikalen Sprungfähigkeit führt (Ziv & Lidor, 2009). Vor einem Absprung sollte eine maximale vertikale Beschleunigung stattfinden, damit eine optimale Sprunghöhe erreicht werden kann. Damit es zu einer schnellen vertikalen Beschleunigung kommen kann, müssen die Athleten in kürzester Zeit so viel Kraft wie möglich erzeugen. Krafttraining mit einer langsamen Bewegungsausführung steigert zwar die Kraft und vergrössert die Muskelmasse aber für Sportarten mit hohen Geschwindigkeiten, wie im Volleyball, ist diese Variante nicht geeignet, denn die angestrebte sportliche Leistung wird dadurch nicht stimuliert (Channell & Barfield, 2008). Ein Beispiel dafür sind die Squats, diese dienen als gute Übung für die Stärkung der Beine, stehen aber in keiner Wechselwirkung mit der vertikalen Sprungkraft (Baker, 2016). Für einen vertikalen Sprung, muss die Muskelkraft schnell mobilisiert werden und in kürzester Zeit einen möglichst hohen Kraftimpuls erzeugen. Die Explosivkraft ist für einen vertikalen Sprung daher von wesentlicher Bedeutung (Hegner, 2008). Wird beim Squat ein Sprung hinzugefügt, ergibt dies einen Squat-Jump (SJ) und wäre die einfachste Erweiterung, um die mögliche Trainingsspezifität zu gewährleisten. Sattler und

Kollegen haben 2015 aber anhand von professionellen männlichen und weiblichen Volleyballspielern herausgefunden, dass der SJ extrem viel Übung in Anspruch nimmt, bis dieser korrekt ausführbar ist. Es stellte sich heraus, dass professionelle Volleyballspielerinnen klar bessere SJ Leistungen als Spielerinnen aus tieferen Ligen erzielen. Wie im Punkt 2, der Methodenbeschreibung dieser Arbeit ersichtlich wird, spielen die Probandinnen auf einem regionalen Niveau Volleyball und daher erweist sich der SJ als ungeeignet. Die Probandinnen dieser Studie haben zu wenige Trainingseinheiten, um die Ausführung des SJ zu perfektionieren und sich dann jeweils auf den maximalen Absprung zu konzentrieren. Hätten sie die gleiche Anzahl Trainings, wie die professionellen Spielerinnen, wäre eine SJ Trainingsstudie durchaus sinnvoll. Mauch (2016) ist der Meinung, dass sich Sprungformen wie der Drop-Jump (DJ) und der Counter Movement Jump (CMJ) eher eignen um die vertikale Sprungkraft zu verbessern.

1.3.1 Counter Movement Jump (CMJ). Der CMJ ist mit dem in Abbildung 2 dargestellten Block zu vergleichen. Zuerst werden die Beine stark gebeugt, somit entsteht eine Ausholbewegung und vor dem Absprung kommt es dann zu einer vollständigen Streckung (Alireza, 2008). Bei der praktischen Ausführung gibt es grössere Unterschiede, was den Winkel der Ausholbewegung der Beine sowie die Ausführungsgeschwindigkeit der gesamten Dauer des CMJ betrifft. Unterschiedliche Ausführungsgeschwindigkeiten sind unproblematisch, solange der Bewegungsablauf fließend ist (Frick, Schmidbleicher & Wörn, 1991, zitiert nach, Richter, 2011). Aufgrund der Ausholbewegung wird eine grössere Sprunghöhe erreicht, als dies beim SJ der Fall ist. Durch die Auswirkung der Ausholbewegung auf die Sprunghöhe kann beim CMJ zwischen 0.4 cm und 2.5 cm höher gesprungen werden (Maarten et al, 2005). Der CMJ wird aus dem Stand durchgeführt und meistens sind dabei die Arme an die Hüfte gelegt. Es gibt aber auch die Variante, bei der die Arme mitschwingen. Der Absprung erfolgt auf dem Boden und am selben Ort wird auch wieder gelandet.

1.3.2 Drop Jump (DJ). Beim DJ befinden sich der Absprung und die Landung an unterschiedlichen Orten. Der DJ erfolgt aus einer erhöhten Ausgangsposition. Aus dieser Position lässt man sich fallen, nach dem erzwungenen Tiefgehen werden die Sprung-, Knie- und Hüftgelenke gestreckt und der Absprung wird eingeleitet. Die Fallhöhe, auch Drop-Höhe genannt, kann variiert werden und hat einen direkten Einfluss auf die Sprungleistung sowie auf den Trainingseffekt. Mehreren Studien zu Folge, wie auch diejenige von Richter (2011) können bei mittleren Fallhöhen, die ungefähr bei 40 cm liegen, die besten Resultate erzielt werden. Ähnlich wie beim CMJ arbeiten die Muskeln bei einem DJ zuerst exzentrisch (Abbremsen des Körpers) und direkt

anschliessend konzentrisch (Beschleunigung). Eine solche Kontraktionsform wird als Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus bezeichnet. Dabei wird in der exzentrischen Phase Energie in den Sehnen gespeichert, welche in der konzentrischen Phase wieder abgegeben wird. Dies erklärt die besseren Leistungen im Vergleich zu rein konzentrischen Kontraktionen (wie z. B. SJ; Schmidtbleicher, 1987). Aufgrund des erhöhten Absprungs ist das in der exzentrischen Phase erreichte Energielevel bei einem DJ höher als bei einem CMJ, was eine effektivere Nutzung des Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus erlaubt (Marshall & Moran, 2013).

Um eine Komponente des neuromuskulären Systems zu verbessern, muss diese einem Trainingsstress ausgesetzt sein und deshalb sollten Athleten in einem Bereich trainieren, der sie stark fordert (Zatsiorsky & Kraemer, 2006)

1.4 Vergleich der CMJ- und DJ-Trainingsmethoden auf die beiden Hauptsprungarten im Volleyball

Für eine Untersuchung der vertikalen Sprungkraft in der Sportart Volleyball empfiehlt Geese (1986, zitiert nach Alireza, 2008) eine Aufgliederung der Koordinationsfähigkeit zwischen Arm- und Beineinsatz. Dies wird ermöglicht, indem der CMJ mit und ohne Armeinsatz ausgeführt wird. Bei der Ausübung des CMJ mit einem zusätzlichen Armschwung, ist der Sprung mit einem Block im Volleyball klar zu vergleichen. Nimmt man den CMJ mit Armschwung und fügt einen Anlauf mit der volleyballtypischen Anzahl Schritte und Reihenfolge an, ergibt dies einen Sprung der identisch zum Angriff ist. Aus diesem Grund schlägt Alireza (2008) in seiner Doktorarbeit vor, für die volleyballspezifische Sprungkraftmessung den Angriffsschlag mit zu berücksichtigen. In der Studie von Sattler, Sekulic, Hadzic, Uljevic und Dervisevic (2012) wurde zusätzlich zur Validität des Blocksprungs auch diejenige des Angriffssprungs auf den CMJ untersucht und dabei ergab sich eine signifikante Korrelation. Die Studie zeigte, dass der Angriffssprung sowie der Blocksprung eine hohe Validität und Reliabilität zu dem Standartsprungkrafttest des CMJ aufwiesen. Für einen Volleyballtrainer, ist der CMJ aus dem Stand mit Armeinsatz sowie der CMJ mit Anlauf und mit Armeinsatz ideal um die Sprunghöhe seiner Athleten zu messen.

Das Hauptziel ist es aber nicht, den bestmöglichen Sprung für die Messung der Block- und Angriffshöhe zu definieren, sondern wie die Trainingsphase zwischen den beiden Messungen aussieht. Dazu bieten sich mit dem CMJ und dem DJ zwei Trainingsmöglichkeiten, die ein Trainer mit den Athleten in einer Halle ohne zusätzliche Fitnessgeräte gut durchführen kann. Der CMJ dient bei Sprungstudien oft als Messinstrument für die vertikale Sprungkraft und wird weniger als Trainingsform eingesetzt. Kommt es aber zu einem CMJ Training, hat sich gezeigt,

dass dies durchaus mit Erfolg verbunden ist. Die Studie von Cormie, McBride und McCaulley (2009) trainierte während 12 Wochen mit einer Gruppe von Probanden, die Sprünge gewohnt waren und mit einer Gruppe die üblicherweise keine regelmässigen Sprünge ausführten. Die CMJ Trainingsform, die während der Studie angewandt wurde, führte zu einer Verbesserung der vertikalen Sprunghöhe beider Gruppen. Ausserdem haben Bobbert, Gerritsen, Litjens und van Soest im Jahr 1996 herausgefunden, dass ein CMJ Training dem SJ überlegen ist und der CMJ somit eine grössere Bedeutung bezüglich der vertikalen Sprungkraft einnimmt. Einen möglichen Vorteil könnte aber der DJ haben, der durch seinen grösseren mechanischen Output für noch höhere Verbesserung der Sprungkraft sorgen könnte. Die mögliche Theorie dafür wäre, dass die Sprungfähigkeit verbessert wird, indem man Trainingsübungen verwendet, welche einen grösseren mechanischen Output erzeugen als der zu verbessernde Sprung. Folglich wäre es ratsam, die CMJ Leistung mittels DJ zu trainieren, da dieser einen höheren mechanischen Output besitzt, als der zu verbessernde Sprung (Marshall & Moran, 2013). Verschiedene Trainingsstudien haben gezeigt, dass der DJ eine signifikante Verbesserung der CMJ Sprunghöhe herbeiführen kann (Markovic, Dizdar, Jukic & Cardinale, 2004). Andere hingegen fanden heraus, dass zwischen den Studien eine grosse Variabilität in der Magnitude der Verbesserung besteht. In einer Zusammenfassung von 15 DJ Trainingsstudien hat Bobbert im Jahre 1987 herausgefunden, dass die Veränderung der Sprunghöhe nach dem Training sich auf einer Skala zwischen 1.8 cm und 10.2 cm befindet. Der Autor spekulierte, dass die inkonsistenten Effekte des DJ Trainings das Resultat von verschiedenen angewendeten DJ Techniken sein könnte (Bobbert, 1987). Unter Einschluss dieser wichtigen und informativen Fakten, darf bei einem Sprungtraining die Trainingsspezifität nicht vernachlässigt werden. Damit der Übergang von einer Trainingsübung zur Bewegungsendform reibungslos verläuft, sollte das Training möglichst nahe an der endgültigen Bewegung sein. Wichtige Faktoren, damit es zu dieser Wechselwirkung kommt, sind die Bewegungsbandbreite, Kontraktionsgeschwindigkeit und die Koordination (Fowler, Lees, 1998). Bobbert und Kollegen (1987) haben die Bewegungsausführung des CMJ, des Countermovement DJ (längerer Bodenkontakt) und des Bounce DJ (Kurzer Bodenkontakt) untersucht und einander gegenübergestellt. Dabei haben sie herausgefunden, dass der Countermovement DJ eine grössere Spezifität zum CMJ hat als der Bounce DJ. Daher könnte es sein, dass der Countermovement DJ effektiver ist für die Verbesserung des CMJ aufgrund der grösseren Spezifität. Somit sollte eine Form zur Verbesserung der Sprungkraft gewählt werden, welche eine hohe Trainingsspezifität aufweist und zugleich aber auch einen höheren mechanischen Output besitzt, als der zu verbessernde Sprung. Der Countermovement DJ würde sich daher gut eignen.

Durch den höheren mechanischen Output scheint ein DJ Training im Vorteil zu sein. Werden die Athleten zudem nicht explizit auf eine kurze Bodenkontaktzeit bei der Ausführung des DJ hingewiesen, befinden sie sich wohl eher im Bereich eines Countermovement DJ und damit wäre auch eine gewisse Trainingsspezifität gewährleistet. Für das CMJ Training spricht die noch höhere Trainingsspezifität, jedoch ist die Trainingsbelastung um einiges geringer. Kann mit der Studie gezeigt werden, dass ein CMJ Training eine höhere Verbesserung der vertikalen Sprungkraft herbeiführt als ein DJ Training, würde dies bedeuten, dass die Athleten auf die grössere körperliche Belastung, die ein DJ Training mit sich bringt, in Zukunft verzichten können und ihre Sprungkraft mit dem CMJ Training sogar noch effektiver verbessert wird. Die aufgezählten Faktoren sprechen jedoch klar für einen höheren Effekt des DJ Trainings und trotzdem darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass ein Volleyballspieler und eine Volleyballspielerin den CMJ durch die zahlreichen sportartspezifischen Trainings bereits verinnerlicht hat. Bei einem DJ Training muss sich der Volleyballer und die Volleyballerin zuerst an die neue Art des Sprungs gewöhnen und ist nicht vollständig auf die maximale Ausführung eines jeden einzelnen Sprungs fokussiert, weil die Sprungtechnik noch nicht automatisiert ist. Aber auch bei der Annahme einer maximalen Ausführung der Sprünge stellt der Transfer zum Volleyball, Block und Angriff, eine wohl zu grosse Hürde dar. Erweist sich das DJ Training trotzdem als effektiver, ist dies der Beweis dafür, dass ein Training unter höheren Belastungen eine grössere Auswirkung auf die Endresultate hat.

1.5 Ziel und konkrete Fragestellung

Das primäre Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, ob ein CMJ Training zu einer grösseren Verbesserung der CMJ Höhe führt als ein DJ Training. Anhand von diesem Experiment soll herausgefunden werden, welche der beiden gegenübergestellten Trainingsmethoden für weibliche Volleyballspielerinnen einen grösseren Trainingseffekt in Bezug auf die Block- und Angriffshöhe bewerkstelligt.

CMJ vs. DJ Training: Welche Trainingsmethode erweist sich bei der vertikalen Sprungkraft als effektiver?

Während sechs Wochen, haben Volleyballspielerinnen in zwei verschiedenen Sprunggruppen trainiert. Die Hälfte der Probandinnen haben das CMJ Training durchgeführt und die andere Hälfte ein DJ Training. Bei den Eingangs- und Ausgangsmessungen wurde der CMJ ohne Armbewegung, CMJ mit Armbewegung, der CMJ mit Anlauf und Armbewegung und den DJ mit Armbewegung als Richtwerte für die vertikale Sprungkraft verwendet. Bevor die Möglichkeit

besteht die beiden Trainingsmethoden gegenüberzustellen müssen die Probandinnen von mindestens einer der zwei Gruppen einen Effekt aufzeigen. Weiter stellt sich die Frage, ob sich die eine oder andere Trainingsgruppe durchsetzen kann. Eine vernünftige Erkenntnis zu schliessen, falls die eine Gruppe in der Ausgangsmessung einen höheren Verbesserungswert beim CMJ mit Armbewegung aufweist und die andere Gruppe den Messwert beim CMJ mit Anlauf und Armbewegung für sich entscheidet, würde sich als äusserst heikel erweisen. Erst beim Erfüllen dieser beiden Komponenten, ergibt die Gegenüberstellung des CMJ Trainings und des DJ Trainings einen Sinn. Daher stellt sich neben dem primären Ziel auch die Frage nach dem korrekten Aufbau des Konzepts für die Trainingsstudie.

2 Methoden

2.1 Probanden

Die Stichprobe besteht aus Volleyballspielerinnen (15-32 Jahre alt), die in drei verschiedenen Teams sind. Alle trainieren mindestens zweimal pro Woche und spielen auf regionalem Niveau. Die Probandinnen wurden in die CMJ oder die DJ Trainingsgruppe eingeteilt, wobei die beiden Gruppen für die Sprunghöhe bei der Eingangsmessung (CMJ relativ zur Körpergröße), das Alter und die Teamzugehörigkeit gematcht wurden.

33 Probandinnen haben mit der Studie begonnen. Fünf Spielerinnen konnten aufgrund von zu vielen Absenzen oder Verletzungen die Studie nicht beenden. Eine Probandin machte die letzten vier Trainings unter Knieschmerzen und konnte deshalb die Sprünge nicht mehr maximal absolvieren. Eine weitere Probandin erlitt während der Eingangsmessung bereits bei der zweiten getesteten Sprungform eine zu hohe muskuläre Ermüdung, dass die Ergebnisse verfälscht wurden. Für die Auswertung wurden somit 26 Probandinnen berücksichtigt; je 13 in der CMJ Gruppe, mit einem durchschnittlichen Alter von 20,4 Jahren und einer CMJ Höhe relativ zur Körpergröße von 19,7 % und in der DJ Gruppe (22,0 Jahre, 19,9 %).

2.2 Studiendesign

Beim Untersuchungsdesign handelt es sich um eine Trainingsstudie, die nicht kontrolliert und offen ist. Eine Gruppe trainierte den CMJ und die andere den DJ. Vor und nach den sechs Wochen Training wurde in Eingangs- und Ausgangsmessungen die Sprunghöhe in verschiedenen Sprungformen erhoben.

2.3 Eingangs- und Ausgangsmessungen

Bei den Eingangs- und Ausgangsmessungen wurde die Sprunghöhe in vier verschiedenen Sprungarten erfasst:

1. CMJ mit Armschwung. Bei dieser Form durften die Arme unterstützend eingesetzt werden. In einer ersten Phase des Sprungs erfolgt eine Kniebeugung von fast 90° und die Arme werden für eine gute Ausholbewegung weit nach hinten geschoben (siehe Abbildung 3, links). In der zweiten Phase erfolgte die Streckung, bevor es zum Absprung kommt. (Ähnlichkeit zum Blocksprung im Volleyball).

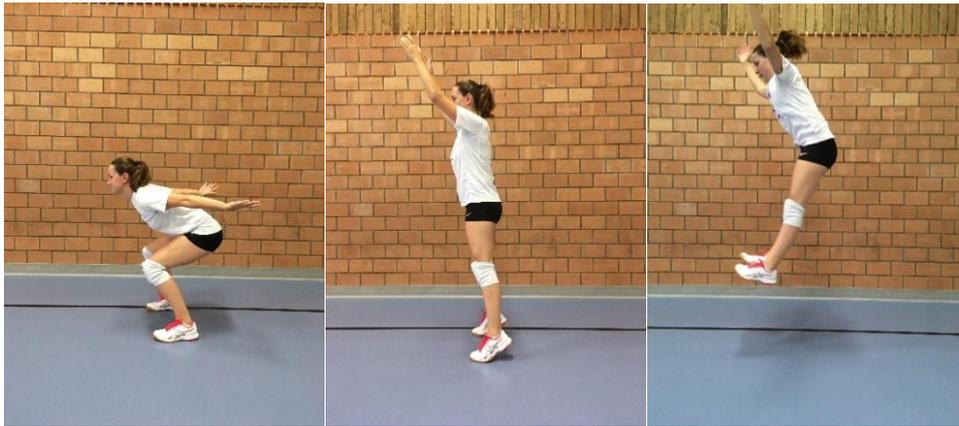


Abbildung 3. Probandin, die den CMJ mit Armschwung durchführt.

2. CMJ ohne den Armschwung. Bei diesem Sprung waren die Hände in die Hüfte gestemmt. Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, bleiben die Hände während dem gesamten Sprung am Becken. Die Sprünge 1 und 2 unterscheiden sich nur in der Armbewegung.

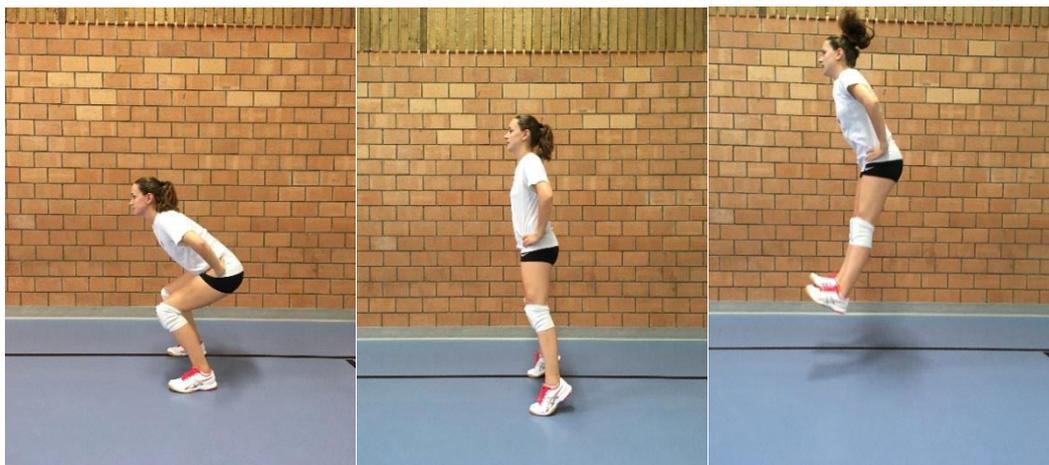


Abbildung 4. Probandin, die den CMJ ohne Armschwung durchführt.

3. CMJ mit Armschwung und Anlauf. Vor dem Absprung erfolgen vier Schritte Anlauf. Die Arme werden dabei unterstützend eingesetzt. Dieser Sprung ist identisch zum Volleyballan-griff. Mit dem einzigen Unterschied, dass die Probandinnen nach dem Absprung keinen typischen Pfeil und Bogen mit den Armen machen mussten, wie bei einem üblichen Angriff (siehe Abbildung 5, rechts)



Abbildung 5. Probandin, die den CMJ mit Armschwung und Anlauf durchführt.

4. DJ mit Armschwung. Dieser Sprung erfolgt von einer Langbank (37 cm hoch) und wurde ebenfalls von zusätzlichem Armeinsatz unterstützt, wie in der Abbildung 6 zu erkennen ist. Primäres Ziel war der höchstmögliche Sprung und nicht die kürzeste Bodenkontaktzeit.

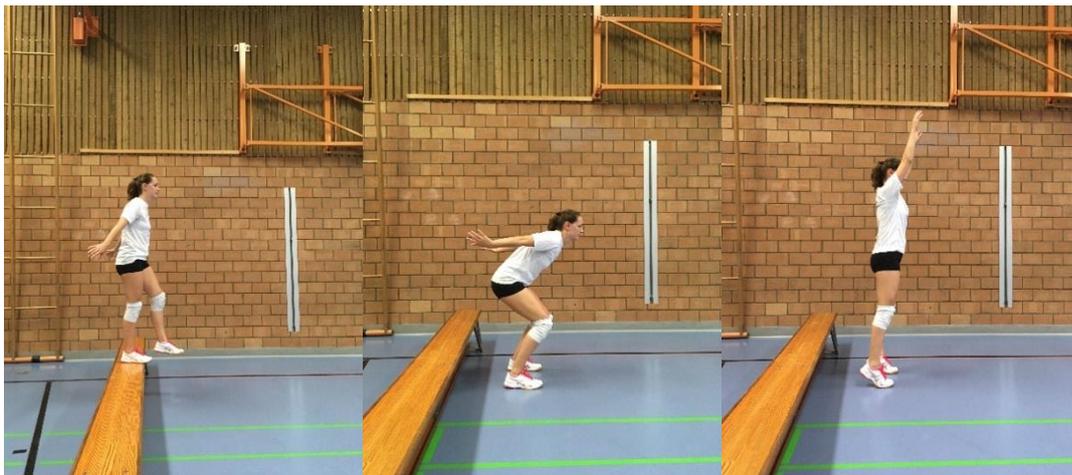


Abbildung 6. Probandin, die den DJ mit Armschwung durchführt.

Die Sprunghöhen wurden bei den Eingangs- wie auch den Ausgangsmessungen über die Flugzeit berechnet, welche mittels einer Lichtschranke (OptoGait, Microgate Srl, Bolzano, Italien) gemessen wurde.

Alle Probandinnen haben vor beiden Messungen das gleiche und von den Studienleitern durchgeführte Aufwärmen absolviert. Das Aufwärmen zielte darauf ab, die Muskulatur, die Gelenke und das kardiovaskuläre System optimal auf die Belastung vorzubereiten. Um die Probandinnen möglichst spezifisch auf die Messungen vorzubereiten, wurden die vier Sprungformen, die getestet wurden, ins Aufwärmprogramm integriert und je dreimal durchgeführt. Bei den Messungen wurden pro Sprungart fünf Wiederholungen aufgezeichnet, wobei die Reihenfolge der

Sprungarten randomisiert wurde. Das ergab ein Total von 20 Sprüngen pro Probandin. Die Probandinnen erhielten nach jedem Sprung Feedback über die Sprunghöhe. Während den Messungen waren keine Zuschauer, wie beispielsweise Mitspielerinnen zugelassen.

2.4 Trainingseinheiten

Das sechswöchige Sprungtraining hat direkt nach der Eingangsmessung angefangen. Pro Woche wurden zwei Trainingseinheiten durchgeführt, was ein Total von 12 Trainings ergibt. Davon mussten die Probandinnen mindestens 10 absolvieren, um in die Auswertung aufgenommen zu werden.

Vor jedem Training wurde ein standardisiertes und geführtes Aufwärmen durchgeführt. Für das eigentliche Training wurde für jede Gruppe eine Hürdenbahn zu je drei Hürden aufgestellt. Für die DJ Gruppe wurde jeweils eine Langbank vor die Hürde gestellt. Das entsprach einer Drophöhe von 37 cm. Die Höhe der Hürden wurde so gewählt, dass alle Probandinnen mit gestreckten Beinen darüber springen konnten. Die Probandinnen wurden instruiert und motiviert, bei jedem Sprung maximal auszuspringen. Die Hürden dienten dabei als zusätzlicher externer Reiz. Insgesamt wurden 60 Sprünge während einer Trainingseinheit durchgeführt. Für beide Trainingsformen gab es eine individuelle Hürdenbahn, wie auf der Abbildung 9 ersichtlich ist. Die Probandinnen nahmen sich nach jedem Sprung 3-5 s Pause. Die Hürdenbahn bestand aus drei Hürden. Nach den drei Hürden, gab es eine Pause von 30 s, in der die Athletinnen bis zur Haltenwand liefen und sich wieder an den Start des Parcours stellten. Ein solcher Ablauf entsprach einem Durchgang. Die CMJ Trainingsform absolvierte 12 CMJ's und 3 DJ's, also fünf Durchgänge. Die DJ Trainingsform machte den umgekehrten Ablauf. Nach den fünf Durchgängen (15 Sprünge) hatten die Probandinnen eine zweiminütige aktive Pause, in der sie ihre Rumpfstabilität stärkten. Es wurde darauf geachtet, dass während dieser Phase die Beine nicht belastet wurden. Die fünf Durchgänge zusammen mit der aktiven Pause ergeben eine komplette Serie. Eine Trainingseinheit bestand aus vier Serien, was ein Total von 60 Sprüngen ergibt.



Abbildung 7. Bild links zeigt die Hürdenbahn mit den Langbänken für die DJ Trainingsmethode und im Bild rechts befinden sich die drei Hürden für die CMJ Trainingsmethode. Das Bild in der Mitte, zeigt eine Aufnahme des gesamten.

Die CMJ Trainingsform und die DJ Trainingsform hatten beide ihre eigene Trainingseinheit, die jeweils parallel verliefen. Eine gewisse Anzahl an Sprüngen führten die Probandinnen in der anderen Trainingsform durch. Mit dieser Massnahme sollten technische Mängel bei der Sprungausführung vermieden werden und somit war bei unterschiedlichen Trainingseffekten nicht auf diesen Faktor zurückzuführen. Die CMJ Trainingsform hat in einer Trainingseinheit 48 CMJ und 12 DJ und die DJ Trainingsform 48 DJ und 12 CMJ durchgeführt, was ein Verhältnis von 4:1 ergibt. Über die gesamte Trainingsphase haben die Probandinnen zwischen 600 und 720 Sprünge absolviert.

2.5 Datenauswertung

Alle Daten der 20 Sprünge von den Eingangs- wie auch den Ausgangsmessungen wurden in ein Excel-File eingetragen. Somit ergab sich eine Datenansammlung von 40 Sprunghöhen pro Athletin. Innerhalb der vier verschiedenen gemessenen Sprungarten wurde jeweils der beste Sprung der Eingangs- und der beste Sprung der Ausgangsmessung miteinander verglichen. Dieser Messwert zeigt den Trainingseffekt von jeder Probandin auf. Danach wurde der Mittelwert des Trainingseffekts innerhalb der einzelnen Sprungarten berechnet. Damit gelangt man zur Erkenntnis, ob es eine Leistungsverbesserung gegeben hat. In einem weiteren Schritt wurden die Mittelwerte innerhalb der Sprungart von der CMJ und der DJ Gruppe miteinander verglichen, um so herauszufinden, welche Trainingsmethode besser geeignet ist. Ob die herausgefundenen Werte und deren Unterschiede auch statistisch signifikant sind, wurde anhand des Programms SPSS berechnet. Um den Trainingseffekt der beiden Trainingsformen auf die

Sprunghöhe zu untersuchen, wurde eine 2x2x4 mixed design Anova mit den Faktoren Messzeitpunkt (Pre vs. Post), Gruppe (CMJ vs. DJ Training) und den vier Sprungformen, die während dem Pre- und Posttest durchgeführt wurden, gerechnet. Signifikante Interaktionen wurden in einer Post hoc-Analyse mit Bonferroni-korrigierten t-Tests weiter untersucht.

3 Resultate

Tabelle 1 zeigt die Leistungen der beiden Gruppen in den unterschiedlichen Sprungformen vor und nach dem Training.

Tabelle 1

Resultate der vier gemessenen Sprungformen, jeweils aufgeteilt in die beiden Trainingsformen zwischen den Pre- und Posttests.

	CMJ ohne Arme	CMJ mit Armen	CMJ mit Anlauf	DJ
CMJ Trainingsform				
Pretest	28.8 ± 4.5*	32.6 ±4.5*	38.7 ±5.2*	33.4 ±5.1*
Posttest	32.7 ± 4.0*	37.8 ±4.1*	44.9 ±4.5*	39.7 ±4.7*
DJ Trainingsform				
Pretest	29.2 ±3.8*	33.8 ±3.4*	38.8 ±5.1*	34.6 ±4.3*
Posttest	31.4 ±3.6*	36.2 ±4.8*	40.9 ±4.7*	37.8 ±4.1*

Anmerkung. CMJ=Counter Movement Jump, DJ=Drop Jump. * = Standardabweichung.

Die Anova zeigte einen signifikanten Haupteffekt vom Zeitpunkt (Pre vs. Post) auf die Sprunghöhe, $F(1,24) = 158.64$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.87$. Das bedeutet, dass sich die Probandinnen unabhängig von Trainings- und Sprungformen signifikant zwischen Pre- und Posttest verbessert haben. Ausserdem wurde eine signifikante Interaktion zwischen Zeitpunkt und Trainingsform gefunden, $F(1,24) = 21.86$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.48$, die zeigt, dass sich die Gruppen unterschiedlich verbessert haben. Aus der Tabelle 1 ist ersichtlich, dass sich die CMJ Gruppe in der vertikalen Sprungkraft klar mehr verbessert hat als die DJ Gruppe. Separate post-hoc Anovas für jede Trainingsform haben gezeigt, dass sich aber beide Arten des Sprungkrafttrainings signifikant verbessert haben (beide $p < 0.001$). Beide Trainingsformen führen zu einer klaren Verbesserung der vertikalen Sprunghöhe zwischen dem Pre- und Posttests. Die während der Pre- und Posttests durchgeführten vier Sprungformen, wurden dabei nicht einzeln berücksichtigt, sondern jeweils als Mittelwert aufgenommen.

Die Interaktion zwischen Zeitpunkt und Sprungform, $F(3,22) = 6.04, p = 0.04, \eta^2_p = 0.45$, zeigt, dass die Verbesserung, beider Gruppen zusammen, nicht in allen Sprungformen gleich ist (siehe Abbildung 10). Post-hoc t-tests für jede Sprungform bezüglich dem Pre- und Posttest ergeben jeweils hochsignifikante Verbesserungen in allen Sprungformen ($p < 0.001$). Was aber die Interaktion nicht erklärt. In den untenstehenden Abbildungen 8 und 9 wird ersichtlich, dass bei beiden Trainingsformen, jede Sprungform ein besseres Resultat im Posttest erzielt. Egal welche Trainingsform oder welche Sprungform, die vertikale Sprungkraft nahm immer zu.

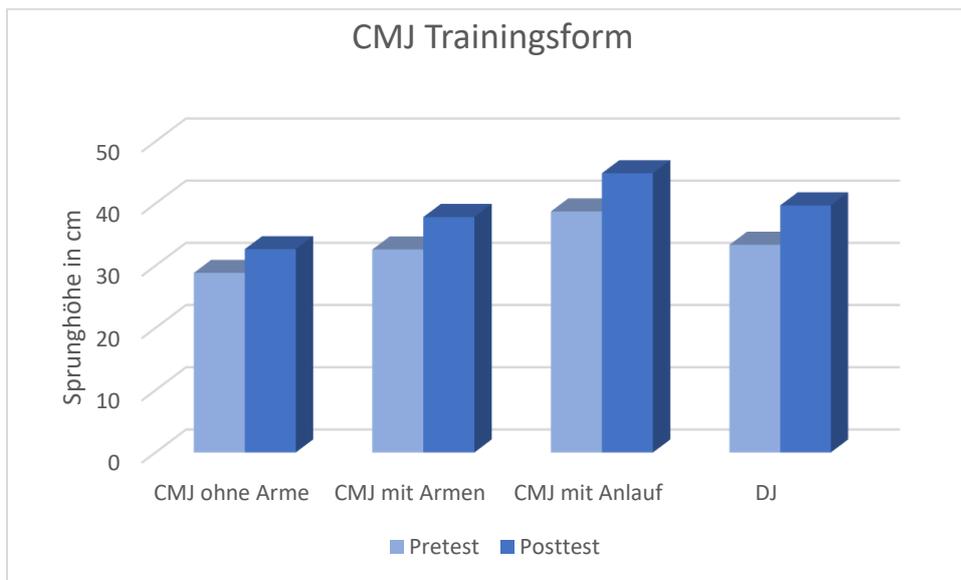


Abbildung 8. Jede Sprungform hat sich durch das CMJ Training verbessert.

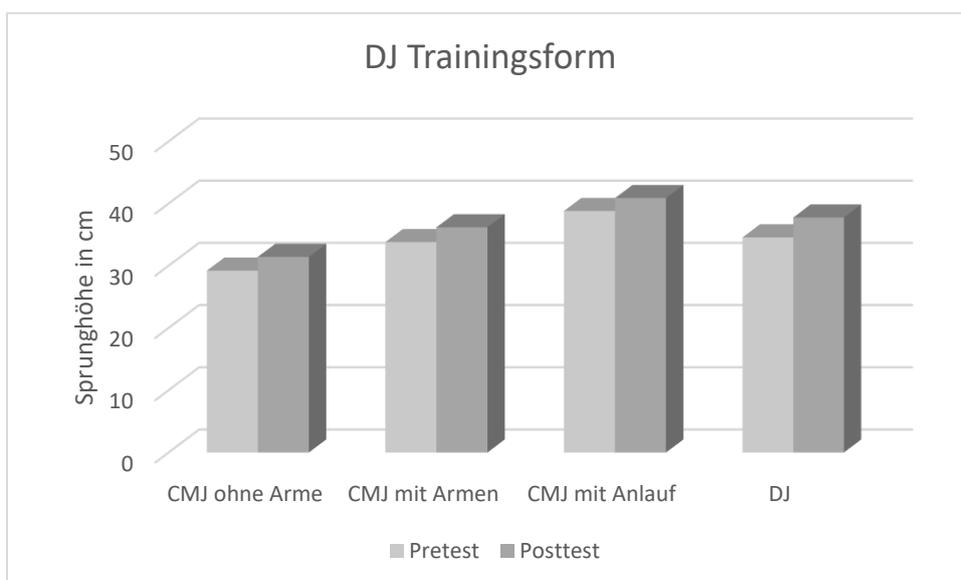


Abbildung 9. Jede Sprungform hat sich durch das DJ Training verbessert.

Betrachtet man bei jeder Sprungform nur die Verbesserung und vergleicht die Trainingsformen (siehe Abbildung 10), erzielt die CMJ Trainingsform bei jeder Sprungform eine höhere Verbesserung und nicht nur im Gesamtwert. Die DJ Trainingsform hatte mit einem Mittelwert von 3.2 cm den höchsten Verbesserungswert beim DJ selbst. Beim CMJ Training hatten sich ebenfalls der DJ (6.3 cm) wie auch der CMJ mit Anlauf (6.1 cm) am stärksten verbessert. Die Interaktion zwischen Zeitpunkt, Sprungform und Gruppe ist jedoch knapp nicht signifikant ($p = 0.084$). Die unterschiedliche Verbesserung in den verschiedenen Sprungformen unterscheidet sich daher nicht zwischen den Trainingsformen. Durch das Matchen der Spielerinnen in die beiden Trainingsgruppen, starteten beide Trainingsformen auf einer sehr ähnlichen Sprunghöhe, dies führte dazu, dass der Zwischensubjekteffekt keinen signifikanten Unterschied aufwies und hat wohl auch damit zu tun, dass es zu keiner Interaktion zwischen Zeitpunkt, Sprungform und Gruppe gekommen ist.

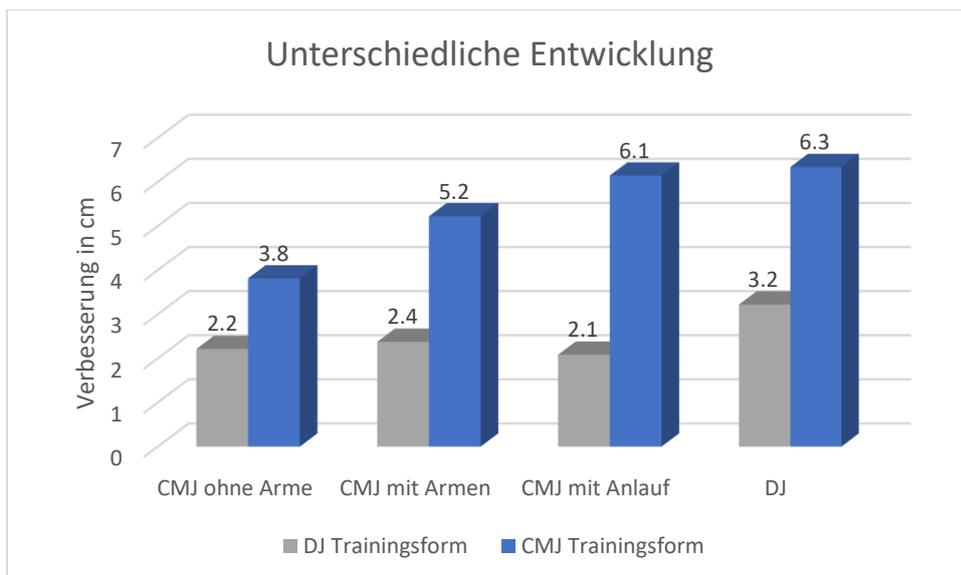


Abbildung 10. Bei jeder Sprungform erzielte das CMJ- gegenüber dem DJ-Training eine höhere Verbesserung. Nicht alle Sprungformen haben gleich stark an vertikaler Sprunghöhe gewonnen.

4 Diskussion

Die Abbildungen 8 und 9 zeigen, dass sich beide Gruppen in jedem einzelnen der vier Sprungformen vom Pre- zum Posttest verbessert haben. Damit haben sich der CMJ und der DJ als wirkungsvolle Trainingsformen für die Erhöhung der vertikalen Sprungkraft erwiesen.

Beim Vergleich des CMJ- und des DJ Trainings stellte sich heraus, dass ein CMJ Training zu einer noch stärkeren Verbesserung der Sprunghöhe führt als das DJ Training. Die Fragestellung wurde mit der Erkenntnis, dass ein CMJ Training gegenüber einem DJ Training die effektivere Wirkung auf die vertikale Sprungkraft hat, beantwortet und somit kam es auch zur Realisierung des gesetzten Ziels dieser Arbeit. Die Trainingsform mit dem CMJ erzielte die klar besseren Resultate. Die Probandinnen, welche das CMJ Training absolvierten, hatten bei jedem der vier Sprungformen, die während den Eingangs- und Ausgangsmessung durchgeführt wurden, eine deutliche höhere Verbesserung der Sprunghöhe als diejenige vom DJ Training (siehe Abbildung 10). Hätte die DJ Trainingsform einzelne der gemessenen Sprungformen für sich entscheiden können, wäre eine Befürwortung für eine der beiden Trainingsformen erheblich erschwert worden. Trotz einer solchen Überschneidung, hätte es zu einer signifikanten Interaktion zwischen den beiden Trainingsformen kommen können aber man hätte dann wohl differenzieren müssen. Durch die deutliche Überlegenheit des CMJ Trainings, bleiben keine Zweifel mehr erhaben, dass dies die optimalere Trainingsform für die Verbesserung der vertikalen Sprungkraft bei Volleyballspielerinnen ist.

Auffallend ist die unterschiedliche Entwicklung der Sprungformen zwischen dem Pre- und Posttest. Die Sprunghöhen der CMJ- und DJ Trainingsformen haben sich bei den vier getesteten Sprungformen nicht überall gleich stark verbessert. Auch zwischen den beiden Trainingsformen gab es Differenzen bezüglich der Rangierung der meist verbesserten Sprungform und derjenigen, die sich am wenigsten entwickelt hatte.

4.1 CMJ- und DJ Training zur Verbesserung der vertikalen Sprungkraft geeignet

Die positiven Erfahrungen, die Cormie und Kollegen (2009) mit ihrer Studie im Bereich des CMJ Trainings auf die vertikale Sprungkraft machten, wurden mit den Resultaten der Studie dieser Arbeit bestätigt. Die guten Resultate, der CMJ Trainingsform auf die Sprunghöhe hat sich dadurch weiter gefestigt. Warum die DJ Trainingsform ohne den Vergleich zur CMJ Trainingsform und nur bei Betrachtung der eigens erzielten Werte trotzdem als geeignetes Sprungtraining bezeichnet werden kann, mag einerseits mit der Bodenkontaktzeit des DJ's und andererseits mit der Drophöhe zusammenhängen. Bobbert und Kollegen (1987) haben in ihrer Studie herausgefunden, dass der Countermovement DJ mit seiner längeren Bodenkontaktzeit eine

höhere Trainingsspezifität nachweist als der Bounce DJ, welcher eine sehr kurze Bodenkontaktzeit hat und deshalb der Countermovement DJ zu besseren CMJ Leistungen führen kann. Die in dieser Arbeit erhaltenen Resultate bestätigen die Annahme von Bobbert und Kollegen (1987). Betrachtet man den Mittelwert der Bodenkontaktzeiten aller DJ Probandinnen während des Pre- und Posttest ergibt dies ein Ergebnis von 0.317 s, was bei der Studie von Bobbert und Kollegen (1987) klar in den Bereich eines Countermovement DJ fällt. Während der sechs Wochen Training wurden die Bodenkontaktzeiten nicht gemessen, aber da sich die Bodenkontaktzeiten zwischen dem Pre- (0.313 s) und dem Posttest (0.319 s) nicht gross verändert haben, kann davon ausgegangen werden, dass die Bodenkontaktzeiten in den Trainings in einem ähnlichen Bereich waren. Die in dieser Arbeit erhaltenen Resultate bestätigen somit die Annahme von Bobbert und Kollegen (1987). Eine weitere Komponente der ansprechenden Resultate der DJ Trainingsform könnte die ausgewählte mittlere Drohhöhe von 37 cm sein, so wie sie auch Richter (2011) in ihrer Studie vorgeschlagen hatte. Unter anderem bestätigt die signifikante Verbesserung der vertikalen Sprungkraft mit DJ Trainingsform auch die Studie von Markovic und Kollegen (2004).

Mit der CMJ- sowie der DJ Trainingsform können positive Effekte auf die vertikale Sprungkraft und daher auf die Sprunghöhe einer Volleyballerin erzielt werden. Beide Trainingsmethoden bestehen aus vielen wiederholenden Sprüngen und das viele Praktizieren macht sich ausbezahlt, wie sich in den Resultaten widerspiegelt.

4.2 Die CMJ Trainingsform ist effektiver als diejenige des DJ's

Einige Forscher (Marshall & Moran, 2013) waren der Meinung, dass sich der DJ gegenüber dem CMJ besser als Trainingsmethode eigne, um die CMJ Höhe zu verbessern. Die Ergebnisse dieser Arbeit widersprechen der Annahme, dass die Trainingsmethode einen grösseren mechanischen Output benötigt als die auszuführende Testform. Die höhere Belastung des DJ scheint sich rückblickend sogar negativ auf die Ausführung des Sprungs während den Trainingseinheiten ausgewirkt zu haben. Die exzentrische Kraft, die es bei beiden Sprungarten gibt aber durch den erhöhten Fall von der Langbank, beim DJ viel grösser ist, könnte sich als zu hohe Belastung für einen explosiven Absprung erweisen. Anstatt, dass die Energie, die bei der Bremswirkung entsteht für den Absprung gespeichert und benutzt werden konnte, war dies wohl eine zusätzliche Belastung. Diese Belastung könnte dazu geführt haben, dass die Probandinnen nicht mehr zu 100% abgesprungen sind und somit der Trainingseffekt verloren ging. Die Gruppe der DJ Trainingsform hatte während den Trainingseinheiten auch immer etwas länger für die Sprünge als die Mitspielerinnen der CMJ Trainingsform. Was nicht unbedingt eine positive Wirkung

auf die Moral hatte. Die DJ Trainingsform war für die Probandinnen physisch und auch mental als belastender einzustufen. Was zu einer früheren Ermüdung innerhalb der Trainingseinheiten und zu nicht mehr ganz korrekten Ausführung der Sprünge geführt haben könnte. Die Hauptproblematik der DJ Trainingsform war aber sehr wahrscheinlich eine andere und spielte sich eher zu Beginn der Studie ab. Es kann von der Annahme ausgegangen werden, dass die Probandinnen, welche zur CMJ Gruppe gehörten, sich von Anfang an zu 100 % auf den maximalen Absprung konzentrieren konnten. Für die Volleyballspielerinnen war aber der DJ etwas fremd und sie mussten sich zuerst die Technik aneignen bevor sie sich nur auf den Absprung fokussieren konnten. Dies hatte zur Folge, dass die Probandinnen gleich einem Trainingsrückstand hinterherhinkten.

4.3 Unterschiedliche Entwicklung in den verschiedenen Sprungformen

Die beiden Trainingsformen haben die grössten Verbesserungen beim DJ erzielt, was zu einer interessanten Begründung verleitet: Die Probandinnen der CMJ Trainingsform hatten das effizientere Training und machten in jeder Trainingseinheit eine gewisse Anzahl an DJ's, die ausreichten um die Technik des DJ zu verinnerlichen. Dies sind die beiden Komponenten, die zu einem Spitzenresultat der CMJ Trainingsform im DJ geführt haben. Auf der anderen Seite hatten die DJ Probandinnen eine etwas schwächere Trainingsform zur Verfügung, sie hatten aber eine sehr hohe Anzahl an Wiederholungen des DJ, dass die mit der Zeit erlernte Sprungtechnik trotzdem für den Bestwert von den vier gemessenen Sprungformen der Pre- und Posttests sorgte. Die drei anderen Sprungformen basierten bekanntlich auf der Technik des CMJ und somit waren die DJ Probandinnen mit der schwächeren Trainingsform und der geringeren Anzahl an CMJ's gegenüber der CMJ Probandinnen gleich doppelt im Nachteil.

Die CMJ Trainingsform hat sich beim CMJ mit Armen und CMJ mit Anlauf stärker verbessert als dies beim CMJ ohne Arme der Fall war. Eine Erklärung dafür, könnte die höhere Trainingspezifität der ersten drei Sprungformen sein. Zudem brauchen die Volleyballspielerinnen auch im üblichen Training immer ihre Arme als Hilfsmittel. Die vielen Sprünge, die eine Volleyballspielerin auch ohne ein zusätzliches Sprungtraining normalerweise absolviert, hat wohl auch damit zu tun, dass die Fortschritte der CMJ Trainingsform besser waren.

4.4 Stärken und Schwächen der Studie

Die Studie, welche innerhalb dieser Arbeit durchgeführt wurde, ist detailliert und gut aufgebaut. In einzelnen Punkten ist aber noch Verbesserungspotential vorhanden. Insgesamt haben 26 Probandinnen die Studie mit der nötigen Anzahl an Trainings abgeschlossen. Damit waren es nur

13 Personen pro Trainingsgruppe, was für eine aussagekräftige Studie eher etwas zu wenig ist. Auch die grossen Altersunterschiede, zwischen den Probandinnen sind suboptimal. Ansonsten gehörte das Studiendesign zur grossen Stärke der Arbeit. Die Probandinnen stammen aus drei verschiedenen Teams, die ein praktisch identisches volleyballerisches Niveau hatten. Vor den Eingangs- und Ausgangsmessungen hatten alle Probandinnen die gleichen Voraussetzungen. Es wurde jeweils vor dem Pre- wie auch vor dem Posttest dasselbe Aufwärmen gemacht. Die Sprungformen, die bei den Messungen für die Sprunghöhe ausgewählt wurden, erwiesen sich als gut. Nach den Eingangsmessungen wurden die Gruppen aufgrund ihrer Sprunghöhe im CMJ relativ zur eigenen Körpergrösse und dem Alter einer der beiden Gruppen zugeteilt. Mit dieser Massnahme sollte eine mögliche Verfälschung der Resultate durch unterschiedliche Ausgangsniveaus der beiden Gruppen vermieden werden. Die 6 Wochen Trainingsphase mit 2 Trainings pro Woche erwies sich für die Volleyballerinnen mit regionalem Niveau als gut umsetzbar. Jedes der drei Teams trainiert zweimal pro Woche und somit wäre die durchgeführte Sprungstudie für die Teams im nächsten Saisonaufbau gut integrierbar. Auch die einzelnen Trainingseinheiten mit den Total 60 Sprüngen pro Einheit und den Pausen zwischen den Sprüngen waren den physischen Fähigkeiten der Probandinnen entsprechend. Zu Beginn waren die Anzahl Sprünge am oberen Limit und nach sechs Wochen wäre eine weitere Serie pro Trainingseinheit gut möglich gewesen. Wichtig für die Studie waren auch die 15 Sprünge innerhalb eines Trainings, welche die Probandinnen in der anderen Trainingsform machten. Rückblickend war dies hauptsächlich für CMJ Trainingsform entscheidend, denn sie zeigte sich als das effektivere Training. Wäre die DJ Trainingsform besser im DJ gewesen als die diejenige des CMJ Trainings, dann wäre man wohl zum Fazit gelangt, dass die Trainingsformen nur die Sprungtechnik verbessert aber nicht die Sprungkraft, denn die anderen drei Sprungformen basieren auf der Technik des CMJ. Durch eine gewisse Anzahl an Sprüngen in der anderen Trainingsform, wurde dieser Problematik erfolgreich entgegengewirkt.

4.5 Ausblick und Bedeutung für die Praxis

Die vertikale Sprungkraft konnte durch das CMJ Training in einem höheren Umfang verbessert werden als mit einem DJ Training. Diese simple Erkenntnis wirft die Frage auf, ob das CMJ Training auch gegenüber anderen Sprungtrainings, die für den Körper noch wesentlich belastender sind als der DJ, auch bestehen könnte? Kann ein CMJ Training eine ebenso hohe Wirkung auf die vertikale Sprungkraft haben, wie Übungen die auf hohe externe Gewichte zurückgreifen?

Es wäre durchaus auch interessant gewesen, dieselbe Studie mit professionellen Volleyballspielerinnen zu absolvieren. Das Studiendesign hat sehr gut mit den Amateurspielerinnen korreliert und war erfolgreich. Aber die beiden Arten von Spielerinnen entsprechen zwei verschiedenen Populationen, daher wäre es spannend zu erfahren, was man am Studiendesign ändern müsste, um bei Profis ebenfalls erfolgreich zu sein. Man dürfte davon ausgehen, dass bereits eine gute Grundlage an vertikaler Sprungkraft vorhanden ist und dass die Sprungtechnik für beide Trainingsformen vorhanden ist. Selbstverständlich wäre es wünschenswert, die Studie ebenfalls mit männlichen Personen durchzuführen.

Die Resultate sind für einen Volleyballtrainer sehr interessant. Während einem Volleyballtraining mit Sprungparcours braucht es keine zusätzliche Belastung für die Gelenke der Spielerinnen in Form von DJ's, denn die CMJ's reichen völlig aus. Es dürfte zudem für jeden Trainer attraktiv sein, wenn eine Spielerin innerhalb von 12 Trainingseinheiten bis zu 5.2 cm höher blocken und den Ball beim Angriff sogar 6.1 cm höher schlagen kann. Diese Resultate haben sich bei den Probandinnen der CMJ Gruppe für die Sprungform CMJ mit Arme und CMJ mit Arme und Anlauf ergeben. Dies sind die beiden Sprungformen die fast identisch zum Block und Angriff im Volleyball und somit klar zu vergleichen sind. Eine solch starke Verbesserung kann nicht nur auf die vertikale Sprungkraft zurückgeführt werden, auch die Sprungtechnik hat sich verbessert. Im Volleyball zählt aber schlussendlich nur, wie viel die Hände über der Netzkante hervorragen. Die Studie ist sehr nahe an der Praxis, denn die gewonnen Sprunghöhe wirkt sich direkt auf das Netzspiel im Volleyball aus und beeinflusst sofort das eigene Niveau. Wie sich gezeigt hat, lässt sich die Studie gut in ein Aufbautraining eines Amateurstteams einbauen und erzielt mit nur wenigen Einheiten bereits bemerkenswerte Resultate.

5 Schlussfolgerung

Ein CMJ Training ist effektiver als ein DJ Training zur Verbesserung der vertikalen Sprungkraft bei Volleyballspielerinnen. Beide Sprungarten haben sich aber durch die hervorragende Entwicklung der Sprunghöhe bei den Probandinnen als geeignete Trainingsform für die vertikale Sprungkraft herausgestellt. Bei den Ausgangsmessungen erzielten die Probandinnen im CMJ mit Armschwung, der sehr grosse Ähnlichkeit mit dem Block im Volleyball hat, und im CMJ mit Armschwung und Anlauf, der identisch zum Angriff ist, stark verbesserte Sprunghöhen im Vergleich zur Eingangsmessung. Durch die grosse Ähnlichkeit der beiden gemessenen Sprungformen zu den Hauptsprungarten im Volleyball entsteht das Fazit, dass innerhalb weniger Trainingseinheiten mit einem CMJ Training eine bedeutende physische Komponente klar gesteigert werden kann. Diese Steigerung der vertikalen Sprungkraft kann sich unmittelbar auf das Spielniveau der Volleyballerin und somit auf die gesamte Teamleistung übertragen. Die Bedeutung für die Praxis ist daher als hoch zu werten.

Literaturverzeichnis

- Alireza, A. (2008). *Längsschnittliche und Multivariate Analyse im Spitzenvolleyball*. (Dissertation, Universität Augsburg, Deutschland). Zugriff unter <https://opus.bibliothek.uni-augsburg.de/opus4/frontdoor/index/index/docId/650>
- Baker, D. (1996). Improving Vertical Jump Performance Through General, Special, and Specific Strength Training: A Brief Review. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(2), 131-136.
- Barnes, JL., Schilling, BK., Falvo, MJ., Weiss, LW., Creasy, AK., & Fry, AC. (2007). Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21, 1192–1196.
- Bettello, D. (2016). *Taktik 1, Die 3 Elemente*. Magglingen: Jugend & Sport Volleyball Wettkampfmodul
- Bobbert, MA., Gerritsen, KGM., Litjens, MCA., and Van Soest, AJ. (1996). Why is counter-movement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sport Exerc*, 28, 1402–1412.
- Bobbert, M. F., Huijing, P. A., & Van Ingen Schenau, G. J. (1987). Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19 (4), 332-338.
- Bundesamt für Sport (2017). *Teambildung, J&S Wettkampfmodul*. Magglingen: Jugend & Sport Volleyball Grundausbildung.
- Channell, B. T., & Barfield, J. P. (2008). Effect of Olympic and traditional resistance training on vertical jump improvement in high school boys. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1522-1527.
- Cormie, P., McBride, JM., and McCaulley, GO. (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the CMJ: impact of training. *J Strength Cond Res*, 23 (1), 177–186.
- Fleck, SJ., Case, S., Puhl, J. & Van Handle, P. (1985). Physical and physiological characteristics of elite women volleyball players. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 10, 122-126.
- Forster, M. (2016). *Volleyball Spielen*. Bern: Bundesamt für Sport BASPO
- Fowler, N. E., & Lees, A. (1998). A comparison of the kinetic and kinematic characteristics of plyometric drop-jump and pendulum exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 260-275.
- Gladden, LB. & Colagino, D. (1978). Characteristics of volleyball players and success in a national tournament. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 18, 57-64.
- Gualdi-Russo, E. & Zaccagni, L. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players., *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 256–62.

- Hegner, J. (2008). *Training fundiert erklärt, Handbuch der Trainingslehre*. (3. Auflage). Bern: INGOLDVerlag/BASPO.
- Hübner, K., Lüthy, F., Sonderegger, K. & Tschopp, M. (2014). Analyse unterschiedlicher Drop Jumps bei Elite Sportlern: Individuelle Kraftniveaus, „Optimierungsproblem“ zwischen Kontaktzeit und Sprunghöhe sowie Trainingsempfehlungen. *Berner Fachhochschule, Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen EHSM*.
- Lidor, R., & Ziv, G. (2010). Physical and physiological attributes of female volleyballplayers- a review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1963-1973.
- Maarten, F., Bobbert & Richard Casius, L. J. (2005). Ist he Effect of a Countermovement on Jump Height due to Active State Development? *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, 440-446.
- Malousaris, G., Bergeles, K, N., Barzouka, G, K., Bayios, A, I., Nassis, P,G., Koskolou, D, M. (2008). Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11, 337-344.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 551-555.
- Marey, S., Boleach, LW., Mayhew, JL. & McDole, S. (1991). Determination of player potential in volleyball: Coaches' rating versus game performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31, 161-164.
- Marshal, M. & Moran, K. (2013). Which drop jump technique is most effective at enhancing countermovement jump ability, „countermovement“ drop jump or „bounce“ drop jump? *Journal of Sports Sciences*, 31 (12), 1368-1374.
- Mauch, C. (2016). *Was sind die Effekte eines 4-wöchigen plyometrischen Training- Programms auf die vertikale Sprungkraft beim Countermovement-Jump von männlichen U-20-Fussballspielern?* (Masterarbeit, Universität Freiburg, Schweiz). Zugriff unter http://doc.rero.ch/record/277580/files/Masterarbeit_Mauch_Christian.pdf
- Papageorgiu, A., & Spitzley, W. (2007). *Handbuch für Volleyball: Grundlagen*. (8. Überarbeitete Auflage). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Richter, A. (2011). *Aspekte der Sprungkraft und Sprungkraftdiagnostik unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung im Kindes- und Jugendalter*, (Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, Deutschland). Zugriff unter <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000023198>
- Sattler, T., Hadzic, V., Derivisevic, E. & Markovic, G. (2015). Vertical Jump Performance of Professional Male and Female Volleyball Players: Effects of Playing Positions and Competition Level. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 29(6), 1486-1493.

- Sattler, T., Sekulic, D., Hadzic, V., Uljevic, O. & Dervisevic, E. (2012). Vertical Jumping Tests in Volleyball: Reliability, Validity, and Playing-Position Specifics. *Journal of Strength and Conditioning Association*, 26 (6), 1532-1538.
- Schmidbleicher, D. (1987). Motorische Beanspruchungsform Kraft. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 38 (9), 356-377.
- Schnyder-Benoit, N. (2016). *Volleyball Verstehen*. Bern: Bundesamt für Sport BASPO
- What is OptoGait [Homepage]. Zugriff unter <http://www.optogait.com/What-is-OptoGait>
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practise of strength training*. Leeds: Human Kinetics.
- Ziv, G. & Lidor, R. (2010). Physical and Physiological Attributes of Female Volleyball Players-a Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1963-1973.

Danksagung

Ich möchte mich hauptsächlich bei meinem Betreuer Jan Ruffieux bedanken. Er stand von Beginn an bis ganz am Schluss der Arbeit an meiner Seite. Jan ist ein überaus kompetenter Betreuer mit dem es sehr angenehm ist zusammen zu arbeiten. Jan ein grosses Merci, denn ohne dich wäre die Arbeit nicht realisierbar gewesen.

Der Dank gilt auch den Probandinnen des VBC Bösing, VBC Tafers/St.Ursen und dem Volley Sense. Sie haben während sechs Wochen tollen Einsatz gezeigt und alles für ein bestmögliches Resultat gegeben.

Bei meinen Eltern, der Familie und den Bekannten die mich täglich unterstützen, möchte ich mich ebenfalls bedanken.