

Der Einfluss eines 12-wöchigen Krafttrainings bei Elite Golfer:innen auf die Geschwindigkeit beim Abschlag

Abschlussarbeit zur Erlangung des
Master of Science in Sportwissenschaften
Option Unterricht

eingereicht von

Diego Sandmeier

an der
Universität Freiburg, Schweiz
Mathematisch-Naturwissenschaftliche und Medizinische Fakultät
Abteilung Medizin
Department für Neuro- und Bewegungswissenschaften

in Zusammenarbeit mit der
Eidgenössischen Hochschule für Sport Magglingen

Referent
PD Dr. Silvio Lorenzetti

Bern, September 2022

Dank

An dieser Stelle danke ich dem gesamten Swiss Golf Verband, welche die Realisierung dieser Studie überhaupt möglich gemacht hat. Es war mir eine Freude, gemeinsam mit Euch dieses Projekt zu starten und nun voranzutreiben.

Zusammenfassung

Einleitung: Die Physis im Golfsport nimmt immer mehr an Wichtigkeit zu. Um an der Spitze erfolgreich zu sein, muss ein:e Golfer:in den Golfball mit dem Driver möglichst weit abschlagen. Dies setzt verschiedene physische Parameter voraus, welche trainierbar sind. **Ziel:** Die vorliegende Arbeit soll aufzeigen, welche physische Parameter im Zusammenhang mit dem Clubheadspped (CHS) liegen und wie diese durch Training verbessert werden können. **Methode:** Für diese Studie wurden die besten Junior Golfer:innen der Schweiz ($n = 34$) getestet. Das Durchschnittsalter der Untersuchungsgruppe betrug 16.3 ± 1.6 Jahre. Nach dem Pre-Test erhielten die Athlet:innen je nach physischem Ausgangsniveau eine 12-wöchige Trainingsintervention mit dem Hauptfokus der Kraftentwicklung, um einen höheren CHS zu erreichen. Als statistischer Test für die Zusammenhänge zwischen den Kraftparametern und CHS wurde eine Pearson-Korrelation und für die Bestimmung des Signifikanzniveaus der Mittelwerte ein Einstichproben-t-Test gewählt. **Resultate:** Die vorliegenden Daten liefern Ausgangswerte für die physische Voraussetzung der Elite Golfer:innen der Schweiz. Es gab keine signifikante Verbesserung bei der gesamten Untersuchungsgruppe nach der Trainingsintervention im CHS. Der Squatjump und der Backsquat verbesserte sich bei der gesamten Untersuchungsgruppe signifikant zum Pre-Test. Die Pearson-Korrelation zeigte für die gesamte Untersuchungsgruppe für die Tests der Kraftausdauer (Kapazitätstest für Rumpf ventral, lateral und dorsal) eine tiefe, nicht signifikante Korrelation. Für die Tests der Schnellkraft (Squatjump und Countermovementjump), für den Test der Explosivkraft (Rotational Medball Throw) und für den Test der Maximalkraft (3-Repetition-Maximum Backsquat und Benchpress) dafür starke und hochsignifikante Korrelationen zum CHS. Geschlechtergetrennt betrachtet verbesserten sich die Frauen bei jedem Test aus der Testbatterie ausser dem lateral Rumpfkrafttest signifikant. Die Männer verbesserten sich beim ventralen und lateralen Rumpfkrafttest, Squatjump, Rotational Medball Throw und Backsquat signifikant. **Schlussfolgerung:** Diese Studie ist die Grundlage dazu, die athletische Leistung von den Golfer:innen weiterführend zu analysieren und ihnen zu helfen, sich stetig zu verbessern. Die prozentuale Verbesserung der einzelnen Tests zeigt, dass teilweise ein unglaubliches physisches Potential vorliegt und die Golfer:innen im athletischen Bereich noch nicht sehr weit entwickelt sind. Die Korrelationen zeigen, dass sich die Tests gut eignen und sie bestätigen den Zusammenhang von den physischen Parametern zum CHS. Das langfristige Ziel ist eine Entwicklung eines Athletik-Manual, welches die Wichtigkeit der Physis im Golf wissenschaftlich aufzeigt und Lösungen darlegt, um den CHS zu erhöhen und international mit der Spitze mithalten zu können.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	5
1.1 Widerstandstraining bisher	7
1.2 Widerstandstraining heute	7
1.3 Golfschwung	9
1.4 Muskelaktivität beim Golfschwung	10
1.5 Club Head Speed (CHS)	10
1.6 Bereits durchgeführte Interventionen im Detail	11
1.7 Wissensstand / Wissenslücken	18
1.8 Stand Swiss Golf	19
1.9 Ziel der Arbeit und konkrete Fragestellung	20
2 Methode.....	21
2.1 Untersuchungsgruppe.....	21
2.2 Untersuchungsdesign	21
2.3 Interventionen.....	24
2.4 Untersuchungsinstrumente	27
2.5 Datenanalyse	28
3 Resultate	29
3.1 Veränderung Pre- & Post-Test	29
3.2 Korrelationen.....	35
3.3 Re-Test Reliabilität	40
4 Diskussion	41
4.1 Interpretation der Resultate	41
4.2 Unterschied zwischen Frauen und Männer	42
4.3 Praktische Relevanz	43
4.4 Stärken und Schwächen	43
4.5 Änderungspotential Testbatterie.....	44
5 Schlussfolgerung	46
Literatur	47
Anhang	54

1 Einleitung

Golf ist eine Sportart, die von fast jedem gespielt werden kann, unabhängig von Alter, Geschlecht oder Fähigkeiten (McHardy et al., 2006). Weltweit gibt es schätzungsweise 35 Millionen Golfer (McHardy et al., 2006). Die grosse Bedeutung dieses Sports bringt einzigartige Anforderungen mit sich, die erfüllt werden müssen, damit der Golfer erfolgreich ist (McHardy et al., 2006). Das Ziel eines jeden Golfers ist es, in einer bestimmten Runde eine möglichst niedrige Punktzahl zu erreichen, indem er oder sie den Ball mit möglichst wenigen Schlägen vom Startpunkt (Abschlag) in das 150 bis 700 Meter entfernte Loch schlägt. Die Schlagdistanz steht in engem Zusammenhang mit dem Handicap oder der aktuellen Leistung eines Golfers während einer gesamten Golfrunde, die das lange Spiel, das kurze Spiel und die Puttleistung umfasst (Fradkin et al., 2004). Der Clubheadspeed (CHS), die Geschwindigkeit, mit der der Schlägerkopf auf den Golfball trifft (Fletcher & Hartwell, 2004), ist leicht messbar und bestimmt die Schlagdistanz, wodurch die Annäherungsschläge kürzer werden können, insbesondere auf längeren Löchern. Daher ist die Verbesserung des CHS häufig ein Ziel des physischen Trainings im Golfsport. Während des normalen Golfschwungs ist ein hoher Kraftaufwand erforderlich, um den Schläger in den Abschwung zu beschleunigen und dann wieder abzubremesen (Smith, 2010). Der Golfschwung wird als eine sequenzielle Bewegung betrachtet, bei der die Kraftentwicklung mit den Bodenreaktionskräften in der unteren Extremität beginnt und im Treffmoment des Schlägerkopfes ihren Höhepunkt erreicht (Lindsay et al., 2008). Elite-Golfer beherrschen das Zusammenspiel mit der Kraft besser, was einer der Gründe für ihren höheren CHS ist. In der Literatur finden sich zahlreiche Belege für den Einsatz von körperlichem Training im Golfsport (Álvarez et al., 2012; Hetu et al., 1998; Lephart et al., 2007; Smith et al., 2011; Thompson & Osness, 2004). Aufgrund der Art des Sports und der Korrelation zwischen der Messung der Kraft und des CHS liegt ein wichtiger Schwerpunkt des Trainings auf der Entwicklung der Kraft (Read et al., 2013). Obwohl der Golfschwung eine einzigartige Bewegung ist, ist es wichtig, die Entwicklung der Kraft bei einem Golfer auf die gleiche Weise anzugehen, wie man sie in anderen Sportarten entwickeln würde. Es gibt Grundprinzipien, die für die Kraftentwicklung gelten und an die man sich halten sollte, während man gleichzeitig die einzigartigen Anforderungen des Golfsports berücksichtigt (Morrison & Chaconas, 2014).

Ein effektiver Golfschwung wird durch die richtige Biomechanik, Kinetik und neuromuskuläre Faktoren, wie Kraft und Leistung, bestimmt. Die Möglichkeit, den CHS durch eine Verbesserung der Technik substantiell zu steigern ist aufgrund der Komplexität des Golfschwungs begrenzt (Callaway et al., 2012; Healy et al., 2011; Zatsiorsky, 1995). Milburn (1982) beschreibt drei Hauptfaktoren, welche den CHS beeinflussen: Aufgebrachte Muskelkraft, Distanz, über welche die Kraft wirkt und die Koordination der Gelenkwinkel. Diese Hauptfaktoren sind in anderen Sportarten durch Training veränderbar. Damit ist es denkbar, dass auch im Golf ein geeignetes Training zur Verbesserung dieser Hauptfaktoren zu einem höheren CHS und einer besseren Schlagleistung im Golf führen könnte. Daher können sich Trainer:in und Athlet:in auch auf die Kraft und die Kraftentwicklungsrate konzentrieren, um die Schlagleistung zu verbessern, die ein Prädiktor für die Gesamtpunktzahl ist.

Die physischen Parameter werden in fast allen Sportarten als Schlüsselkomponente für optimale Leistung angesehen. Im Vergleich dazu hat sich der Golfsport traditionell auf die technischen, taktischen und mentalen Aspekte des Spiels konzentriert (Lennon, 1998). Das steigende Konditionsniveau einiger professioneller Spitzenspieler und die Zunahme der von den Spielern erzielbaren Schlagdistanzen hat dazu geführt, dass die Entwicklung der Physis im Golf für viele Trainer:innen und Athlet:innen von Interesse ist. Dies ist von besonderer Bedeutung, wenn man die deutlichen physischen Unterschiede zwischen professionellen Tourspielern und Amateurspielern betrachtet. Profis sind in der Lage, in ihrem Schwung schneller zu rotieren (Newton et al., 1996). Amateure hingegen sind in ihren Beschleunigungsmuster weniger effizient, was möglicherweise auf eine schlechtere Schwungkoordination und einen schlechteren Körperbau zurückzuführen ist (Lennon, 1998). So können Profis bei ihrem vollen Schwung einen höheren CHS erzeugen. Ein Parameter, der für die Erzielung maximaler Weiten vom Tee entscheidend zu sein scheint. Wie Hetu et al. (1998) feststellten, kann die Bedeutung des Widerstandstrainings für Golfer gar nicht hoch genug eingeschätzt werden, da es die Schlagleistung durch eine Steigerung des CHS verbessern kann. Trotz der Möglichkeit einer Leistungssteigerung verzichten viele Golfer auf Widerstandstraining, weil sie befürchten, dass diese ihren Bewegungsumfang einschränken und zu Muskelversteifungen führen, was ihrer Meinung nach eine Leistungsminderung zur Folge hat (Bosco & Komi, 1979). Beispiele aus anderen Sportarten bestätigen diese Vermutung nicht. Speerwerfer beispielsweise verfügen über eine enorm kräftige Muskulatur und setzen im Rahmen ihres Trainings viel Widerstandstraining ein. Dennoch verfügen sie über einen weitaus grösseren Bewegungsumfang im Schultergürtel und im Rumpf als ein Golfer jemals benötigen würde.

Viele Studien haben gezeigt, dass Widerstandstraining zu einer grösseren Muskelkraft führt (Gibala et al., 1995; Sailors, 1998; Treiber et al., 1998; Wilk & Voight, 1993; Yeung & Ng, 2000). Nur wenige Studien haben die Auswirkungen des Widerstandstraining auf die Golfleistung untersucht, aber alle haben einen signifikanten Einfluss auf die Steigerung des CHS gezeigt. Lennon (1998) verwendete kontrollierte Widerstandstrainingsstudien, während Hetu et al. (1998) eine kombinierte Studie mit plyometrischem Training und Widerstandstraining (allerdings ohne Kontrollgruppe) durchführten. Ziel dieser Studie war es, die Auswirkung eines spezifischen kombinierten Widerstand-/Plyometrie-Trainingsprogramms auf die Golfschwungleistung bei Clubstandardspielern zu untersuchen.

1.1 Widerstandstraining bisher

Es wird viel darüber geredet, insbesondere von denjenigen, die sich selbst als Golf-Trainingspezialisten vermarkten, dass sie nur golfspezifische Übungen oder in Kombination mit leichtem bis mässigem Widerstandstraining vorschreiben. Es wird argumentiert, dass ein solches Training die Wahrscheinlichkeit von Verletzungen im Kraftraum verringert und dazu beiträgt, die Entstehung von Muskelmasse zu vermeiden. Infolgedessen unterziehen sich Golfer Dutzenden von nicht-traditionellen Kraftübungen, die in der Regel darauf abzielen, den Golfschwung zu imitieren. Dies ist für viele sinnvoll, aber ist es die beste Art des Widerstandstrainings für den Golfsport? Frühere Untersuchungen von Doan et al. (2006) haben gezeigt, dass ein wissenschaftlich fundiertes, periodisiertes Widerstandstrainingsprogramm, das hauptsächlich gängige Kraftübungen und eine Vielzahl von Wiederholungen umfasste, zu den üblichen Ergebnissen einem erhöhten CHS (ohne negative Auswirkungen auf die Konstanz) und verbesserter Beweglichkeit führte. Ein ähnliches Trainingsprotokoll (Fletcher & Hartwell, 2004) hatte zuvor gezeigt, dass ein periodisiertes Widerstandstrainingsprogramm (mit geringen Wiederholungen) in Kombination mit einem plyometrischen Medizinballprotokoll zu einem höheren CHS und einer grösseren Schlagweite führte. Die Studie berichtet über keine Verletzungen und legt nahe, dass ein solches Training nicht zu unerwünschter Muskelhypertrophie führt.

1.2 Widerstandstraining heute

Das golfspezifische Widerstandstraining legt heute viel zu viel Wert auf das so genannte "Core"- oder "Functional"-Training. In der Regel handelt es sich dabei um viele rehabilitationsorientierte Trainingseinheiten, die sich auf instabilen Unterlagen, Bauchmuskeltraining oder das, was die meisten Kraftexperten als «Personal Training» bezeichnen würden, die mit zusätzlichen

Gadgets gefüllt sind. Ein solches Training kann sich zwar positiv auf die stabilisierende Muskulatur auswirken und ist sicherlich herausfordernd und macht Spass, aber Untersuchungen von Behm et al. (2002) zeigen, dass ein solches Training auf instabilen Unterlagen bis zu 70 % der Muskelaktivierung der primären Muskelgruppen reduziert und die externe Kraftproduktion verringert. Zahlreiche anerkannte Experten auf dem Gebiet des Widerstand- und Konditionstrainings stellen die Notwendigkeit eines solchen Trainings für viele Menschen in Frage. Wie bei den meisten Ansätzen zur Optimierung der Leistung durch Widerstandstraining gibt es keine einfache Antwort. Vieles hängt von der jeweiligen Person und ihren eigenen Stärken und Schwächen ab. Sicherlich ist ein vielseitiges, periodisiertes Widerstandtrainingsprogramm am sinnvollsten, aber dies erfordert einen flexiblen, nicht starren Ansatz für ein solches Training. Golf wird mit den Füßen auf dem Boden gespielt, und das bodengebundene Widerstandstraining sollte im Vordergrund stehen. Auch die Verwendung von nur leichtgewichtigen Gegenständen stellt sicher, dass der Erwerb von deutlich gesteigerter Kraft verzögert wird. Kraft in Verbindung mit Schnelligkeit ist der Weg zu mehr Kraft. In der Vorbereitung auf eine klarere Kraftentwicklung ist das Bewegen von leichten und mittleren Widerständen bei einer mittleren Anzahl von Wiederholungen (acht bis 12) sinnvoll. Der Einsatz von schwereren Gewichten, die entweder langsam für mehr Kraft oder schnell für mehr Power sorgen, ist das klassische Mittel zur Erreichung von Spitzenleistungen zum richtigen Zeitpunkt im Wettkampfkalendar. Entscheidend für die Begründung eines solchen Trainings ist die tatsächliche Stärkung der sogenannten Kernmuskulatur, wie sie auch im Golfsport benötigt wird. Bei Übungen wie der Squat, der Power Snatch oder Power Clean, insbesondere aus einem "hohen Hang" ausgeführt, wird sichtbar, dass die Betonung auf einer steifen Körperhaltung und der sequenziellen Übertragung der Kraft auf die Extremitäten (Beine und Arme) liegt. Und genau so wird auch der Golfschwung ausgeführt. Ist das golfspezifisches Widerstandstraining? Es ist sicherlich viel spezifischer für die Entwicklung von Kraft als das bloße Bemühen, das Gleichgewicht auf einer instabilen Fläche zu halten und möglicherweise ein leichtes Gewicht im spezifischen Muster eines Golfschwungs zu bewegen.

1.3 Golfschwung

Da der Golfschlag eine der schwierigsten biomechanischen Bewegungen im Sport ist, wäre ein detailliertes Verständnis der Mechanik des Schwungs für die Golfer:in und die Lehrer:in von Vorteil. Der CHS ist von der Bewegung abhängig und ein entscheidender Aspekt für den Erfolg im Golfsport. Der CHS und die Ballgeschwindigkeit werden durch die technische Fähigkeit des Golfspielers bestimmt, den Schläger zu schwingen, und auch durch seine Fähigkeit, die an der Bewegung beteiligten Muskeln kraftvoll zu kontrahieren (Hume et al., 2005; Lephart et al., 2007.; Wallace et al., 2007). Typische CHS können 160 km/h überschreiten, und es dauert nur 0.2 Sekunden, den Schläger auf diese Geschwindigkeit zu beschleunigen, was 30 bis 40 Mal pro Runde geschieht (Wells et al., 2009). Daher benötigen Golfer eine grosse spezifische Kraft, insbesondere bei Aufgaben wie dem vollen Schwung, bei dem die Fähigkeit des Golfers, die Muskelkraft effektiv einzusetzen, eine wichtige Rolle für die Leistung spielt. Folglich sollte eines der Hauptziele von Trainingsprogrammen darin bestehen, die golfspezifische Kraft zu verbessern, um die Schwungmechanik und die Golfleistung zu optimieren. Tatsächlich haben mehrere Forscher festgestellt, dass die Golfleistung durch Widerstandstraining, plyometrisches Training und kombiniertes Beweglichkeits- und Widerstandstraining verbessert werden kann (Doan et al., 2006; Fletcher & Hartwell, 2004.; Hetu et al., 1998; Jones, 1999; Lephart et al., 2007; Thompson et al., 2007; Thompson & Osness, 2004; Westcott et al., 1996).

Die Schwungleistung beim Golf hängt mit den Körpersegmenten zusammen, die auf den Schlägerkopf einwirken, um den Ball zu treffen. Wenn man mit der Hüfte, dem Rumpf und dann der Schulter beginnt, folgt die Bewegung dem Prinzip der Summierung der Geschwindigkeit, so dass durch die exzentrische/konzentrische Abfolge der Wirbelsäulenrotatoren ein grösseres Drehmoment auf den Schläger übertragen wird (Burden et al., 1998; Melnick, 1996). Die Ausführung des Golfschwungs kann dann als eine streckende, verkürzende Bewegung eingestuft werden, die aufgrund der begrenzten Übergangszeit zwischen der exzentrischen (Rückschwung) und der konzentrischen (Abschwung) Bewegung als plyometrische Form eingestuft würde. Vor diesem Hintergrund deutet vieles darauf hin, dass plyometrisches Training (Potteiger et al., 1999; Wilk & Voight, 1993) oder eine Kombination aus Gewichten und plyometrischem Training (Chu, 1996; Lyttle et al., 1996) die beste Form des Widerstandstrainings ist, um bei dieser Art von plyometrischer Bewegung Höchstleistungen zu erzielen. Im Übrigen scheint diese Art von Training nicht die übermässige Hypertrophie zu verursachen, über die sich viele Golfer Sorgen machen.

1.4 Muskelaktivität beim Golfschwung

Das primäre Ziel des Driver-Schwungs besteht darin, die Kraft auf den Golfball zu übertragen, was eine explosive Muskelaktivität des gesamten Körpers darstellt, bei der verschiedene Gelenke des Körpers belastet werden (Fletcher & Hartwell, 2004; Lindsay et al., 2000; Thompson et al., 2007; Wallace et al., 2007; Wells et al., 2009). Die von Dr. Frank Jobe und Marilyn Pink in den späten 1980er und frühen 1990er Jahren koordinierte Elektromyographie-Forschung bot die Möglichkeit, etwas über die kritische Muskelaktivität während des Golfschwungs zu erfahren. Ihre Arbeit zeigt im Wesentlichen, dass beim Golfschwung fast alle wichtigen Muskeln des Körpers beteiligt sind. Eine interessante Erkenntnis war die minimale Beteiligung der Deltamuskelgruppe im Gegensatz zur Bedeutung der Rotatorenmanschetten-Muskeln für die Stabilisierung des Schultergelenks während des Golfschwungs (Pink et al., 1990). Es könnte daher argumentiert werden, dass fast jede Kraftübung dem Golfer einen gewissen Nutzen bringen würde. Forschungsstudien haben gezeigt, dass relativ einfache (d.h. minimal sportartspezifische) Widerstandtrainingsprogramme den CHS erhöhen können (Hetu et al., 1998; Thompson, 2012).

1.5 Club Head Speed (CHS)

Der CHS ist ein wichtiger Parameter im Golfsport, die die Schlagweite des Balls beeinflusst und der CHS bei Ballkontakt korreliert erwiesenermaßen stark mit dem Handicap (Fradkin et al., 2004). Daher stellt der CHS ein Parameter dar, die bei Golfspielern möglicherweise erhöhen möchten. Die Ermittlung potenzieller Kraftübungen im Zusammenhang mit dem CHS, die zur Leistungsverbesserung eingesetzt werden könnten und die Bereitstellung von Feldtests für Golfer wären daher für Coaches von Nutzen. In mehreren Studien wurde festgestellt, dass ein Grossteil der Muskulatur des Körpers während des Golfschwungs aktiv ist (Faigenbaum & Westcott, 2000; Jobe et al., 1986; Jobe et al., 1989; Maddalozzo, 1987; Pink et al., 1993; Watkins et al., 1996).

Es wurde festgestellt, dass die Muskelkräfte, die über die Gliedmassen auf den Schläger einwirken, einen tiefgreifenden Einfluss auf den CHS haben (Fletcher & Hartwell, 2004). Die Stärkung der aktiven Muskeln kann es dem Golfer ermöglichen, während des Schwungs mehr mechanische Arbeit am Schläger zu verrichten, was zu einem höheren CHS beim Ballkontakt führt. In der Tat wurde berichtet, dass der CHS nach einer Periode des Widerstandtrainings signifikant erhöht ist (Fletcher & Hartwell, 2004; Hetu et al., 1998; Thompson & Osness, 2004). Frühere Studien haben festgestellt, dass während des Golfschwungs eine Summierung segmentaler Kräfte stattfindet, die zum CHS beiträgt, wobei die Muskulatur der Schulter-, Ellbogen-

und Handgelenke einen grösseren Teil der Arbeit auf den Schläger ausübt als die Wirbelsäule und die Hüftmuskulatur (Burden et al., 1998; Milburn, 1982). Neben der Kraft der beim Golfschwung aktivierten Muskeln ist wahrscheinlich auch die Leistung der aktiven Rumpfmuskulatur ein wichtiger Faktor, der den CHS beeinflusst. Eine hohe Muskelkraft ermöglicht es, während des Schwungs pro Zeiteinheit mehr mechanische Arbeit am Schläger zu verrichten, was den CHS erhöht. Die Rotationskraft der Kernmuskulatur korreliert bei Golfern mit niedrigem Handicap mit dem CHS (Doan et al., 2006).

1.6 Bereits durchgeführte Interventionen im Detail

Fletcher und Hartwell (2004) haben untersucht, welche Auswirkungen ein kombiniertes Widerstand- und Plyometrieprogramm auf die Golfschwungleistung hat. Der volle Golfschwung von elf männlichen Golfspielern wurde vor und nach einem acht-wöchigen Trainingsprogramm auf CHS und Schlagweite untersucht. Das mittlere Golfhandicap der Probanden betrug 5.5 ± 3.7 , eingestuft als sehr guter Clubstandard-Golfer. Die Kontrollgruppe ($n = 5$) setzte ihr normales Training fort, während die Interventionsgruppe ($n = 6$) zwei Trainingseinheiten pro Woche mit Widerstandstraining und plyometrischen Übungen absolvierte. Das acht-wöchige Trainingsprogramm bestand aus Übungen mit freien Gewichten (BP, Squat, Single Arm Row, Lunge, Shoulder Press, Upright Row, Abdominal Crunch, Back Extension und Side Bends) und spezifischen Medizinballübungen (Seated horizontal Twists, Standing horizontal Twists, Standing Back Extensions und Golf Swings). Vor Beginn des Trainings wurde die Interventionsgruppe in die richtigen Hebetekniken eingewiesen. Das Trainingsprogramm sah vor, dass die Probanden zwei Mal pro Woche an nicht aufeinanderfolgenden Tagen 90 Minuten lang trainieren sollten. Jeder Tag bestand aus Widerstandstraining mit freien Gewichten (3 Sätze mit 6-8 Wiederholungen) und plyometrischem Medizinballtraining (3 kg) (3 Sätze mit 8 Wiederholungen). Bei jeder Trainingseinheit wurde ein standardisiertes Warm-Up und Cool-Down-Programm durchgeführt. Dieses bestand aus 10 Minuten Pulserhöhung und mobilisierenden/dynamischen Beweglichkeitsübungen, die in einem leichten Zirkel durchgeführt wurden, der die im Programm vorgesehenen Bewegungsmuster nachahmte. Fünf Minuten Radfahren auf niedrigem Niveau, gefolgt von einem statischen Ganzkörperdehnungsprogramm (ein Satz von 12 Sekunden pro Muskelgruppe) beinhaltete das Cool-Down. Die Kraftübungen wurden kontrolliert bis zum Muskelversagen durchgeführt. Der Ausgangspunkt für jede Übung war 3 Sätze mit 6 Wiederholungen; wenn 3 x 8 Wiederholungen erreicht werden konnten, wurde der Widerstand um 5 kg erhöht. Die plyometrischen Übungen mit dem Medizinball (3 kg) wurden explosiv ausge-

führt, um den Golfschwung so gut wie möglich zu imitieren. Zu diesem Zweck wurde der Medizinball am Ende jeder Bewegung losgelassen, um die sequenzielle Beschleunigung der gewählten Bewegungen zu maximieren. Jede Testperson führte ein persönliches Trainingstagebuch; alle Trainingseinheiten wurden von einem qualifizierten Kraft Experten überwacht. Die Kontrollgruppe zeigte keine signifikanten Veränderungen ($p \geq 0.05$), während die Interventionsgruppe einen signifikanten Anstieg ($p \leq 0.05$) von CHS und Schlagweite zeigten. Die Veränderungen in der Golfschlagleistung wurden auf eine Zunahme der Muskelkraft und eine Verbesserung der sequenziellen Beschleunigung von Körperteilen zurückgeführt, die zu einer höheren Endgeschwindigkeit des Balls beitrugen. Es wurde der Schluss gezogen, dass ein spezifisches kombiniertes Training mit Gewichten und plyometrischem Training dazu beitragen kann, CHS und Schlagweite bei Clubgolfern zu steigern.

Bei der Studie von Álvarez et al. (2012) war es das Ziel, die Auswirkungen eines 18-wöchigen Widerstandtrainingsprogramms auf Variablen im Zusammenhang mit der Leistung von Golfern mit niedrigem Handicap zu ermitteln. Zehn rechtshändige männliche Golfer mit einem Handicap von fünf oder weniger wurden nach dem Zufallsprinzip in zwei Gruppen aufgeteilt: die Kontrollgruppe ($n = 5$, Alter: 23.9 ± 6.7 Jahre) und die Interventionsgruppe ($n = 5$, Alter: 24.2 ± 5.4 Jahre). Die Kontrollgruppe absolvierte das Standard Widerstandtrainingsprogramm für Golf, das für die Interventionsgruppe teilweise modifiziert wurde. Die Interventionsgruppe nahm an einem 18-wöchigen Widerstandtrainingsprogramm (Tabelle 1) teil, das in drei Teile gegliedert war: Maximalkrafttraining mit Gewichtheberübungen (Horizontal BP, Seated Row Machine, Barbell Squat, Seated Barbell Military Press, Seated Calf Extension und Triceps Cable Push-Down; zwei Tage pro Woche für sechs Wochen à drei Serien mit fünf Wiederholungen und 85 % vom Repetition Maximum (1RM)), Explosivkrafttraining mit einer Kombination aus Gewichten und plyometrischen Übungen (Horizontal BP + Plyometric Push-ups, Seated Row Machine + Explosive Pull-downs, Barbell Squat + Vertical Jumps over Hurdles (45cm), Seated Barbell Military Press + Plyometric Push-ups, Seated Calf Extension + Vertical Jumps over Hurdles (45cm), Triceps Cable Push-down + Plyometric Push-ups; zwei Tage pro Woche für sechs Wochen à drei Serien mit sechs Wiederholungen und 70 % vom 1RM + 10 Wiederholungen) und golfspezifisches Widerstandtraining, einschliesslich Schwünge mit einem mit Zusatzgewicht beladenen Schläger und beschleunigte Schwünge mit einem Beschleunigungssystem (Acceleration Tubing Club System) drei Tage pro Woche für sechs Wochen à drei Serien mit 10 Wiederholungen. Körpergewicht, Körperfett, Muskelmasse, Sprungkraft,

isometrische Griffkraft, Maximalkraft, Ballgeschwindigkeit und mittlere Beschleunigung des Golfschlägers wurden bei fünf verschiedenen Gelegenheiten gemessen.

Tabelle 1*18-Wochen-Kraftprogramm im Detail*

Maximalkraft Training	
Kraftübungen	Sets / Reps / Load / Serienpause
Horizontal Bench Press	3 Sets x 5 Reps x 85 % / 4'
Seated Row Machine	3 Sets x 5 Reps x 85 % / 4'
Barbell Squat	3 Sets x 5 Reps x 85 % / 4'
Seated Barbell Military Press	3 Sets x 5 Reps x 85 % / 4'
Seated Calf Extension	3 Sets x 5 Reps x 85 % / 4'
Triceps Cable Push-Down	3 Sets x 5 Reps x 85 % / 4'
Explosivkraft Training	
Kombinierte Übungen	Sets / Reps / Load / Reps / Serienpause
Horizontal Bench Press + Plyometric Push-Ups	3 Sets (6 Reps x 70 % + 10 Reps) / 4'
Seated Row Machine + Explosive Pull-Downs	3 Sets (6 Reps x 70 % + 10 Reps) / 4'
Barbell Squat + Vertical Jumps over Hurdles (45 cm)	3 Sets (6 Reps x 70 % + 10 Reps) / 4'
Seated Barbell Military Press + Plyometric Push-Ups	3 Sets (6 Reps x 70 % + 10 Reps) / 4'
Seated Calf Extension + Vertical Jumps over Hurdles (45 cm)	3 Sets (6 Reps x 70 % + 10 Reps) / 4'
Triceps Cable Push-Down + Plyometric Push-Ups	3 Sets (6 Reps x 70 % + 3x10 Reps) / 4'
Golfspezifisches Krafttraining	
Übungen	Sets / Reps / Serienpause
Golf Drives mit schwererem Schläger	3 Sets x 10 Reps / 4'
Beschleunigte Drives mit einem Beschleunigungssystem (acceleration tubing club system)	3 Sets x 10 Reps / 4'

Anmerkung. Intervention der Maximalkraft, Explosivkraft und Golfspezifisches Krafttraining nach Álvarez et al. (2012).

Abkürzungen: Reps (Repetitions)

Die Interventionsgruppe wies eine signifikante Steigerung ($p < 0.05$) der Maximalkraft und der Explosivkraft nach sechs Wochen Training sowie der Schlagleistung nach 12 Wochen auf. Diese Verbesserungen blieben während der 6-wöchigen golfspezifischen Trainingsperiode und sogar während einer fünf-wöchigen Trainingspause unverändert. Daraus kann gefolgert werden, dass ein 18-wöchiges Widerstandtrainingsprogramm die Maximal- und Explosivkraft verbessern kann und dass sich diese Verbesserungen auf die Schlagleistung übertragen lassen; die Golfer benötigen jedoch Zeit, um die Verbesserungen umzusetzen.

Es wurde bereits gezeigt, dass isotonisches Widerstandtraining die Schlagleistung von Golfspielern verbessern kann, aber nur wenige Studien haben die Auswirkungen des Widerstandtrainings auf die Schwungkinematik zusammen mit der Schlagleistung untersucht. In dieser Studie von Parker et al. (2017) wurde untersucht, ob isokinetisches Rotationstraining die Schlagleistung und die kinematischen Variablen des Schwungs bei Elite-Golfern verbessern kann. 20 wettkampferfahrene Golfspieler (Handicap besser als -3.0), 13 Männer und sieben Frauen, wurden in zwei Gruppen aufgeteilt. Eine Gruppe erhielt das isokinetische Widerstandtraining (IK) neben ihrem normalen isotonischen Pre-Season Widerstandtraining, die andere Gruppe setzte ihr normales isotonisches Pre-Season Widerstandtraining fort (IT). Die IK-Gruppe absolvierte 12 Trainingseinheiten isokinetischen Widerstandtrainings mit einer stehenden Rotationsübung (10 % des Körpergewichts bei 1 m/s) und einem Squat (25 kg plus 10 % des Körpergewichts bei 0.5 m/s). Die IT-Gruppe setzte ihr normales isotonisches Pre-Season Widerstandtraining fort. Die Teilnehmer wurden vor und nach einer neunwöchigen Trainingsperiode auf Rotationskraft, Kraft des Unterkörpers, Golfschwungkinematik und Schlagleistung getestet. Nach dem neun-wöchigen Training steigerten sowohl die IK- als auch die IT-Gruppe ihre Rotationskraft und Leistung auf der dominanten Seite (Effektgrösse zwischen 0.50 und 0.96).

Dieses Mass für die Effektgrösse wurde von Cohen (1969) eingeführt. Es wird verwendet, um die Differenz zwischen zwei Mittelwerten zu bewerten und zu standardisieren. Es ermöglicht dann den Vergleich der Auswirkungen einer Behandlung zwischen Studien, die nicht notwendigerweise dieselben Masseinheiten verwenden. Wie von Glass (1976), der dieses Mass popularisiert hat, erwähnt, ist es einem Z-Score ähnlich. Die Interpretation eines Cohen's d ist daher recht intuitiv: ein grosses Cohen d steht für einen grossen Unterschied zwischen zwei Mittelwerten. Die Grösse von Cohen's d wird in einer Anzahl von Standardabweichungen ausgedrückt, die die beiden Gruppen voneinander trennen. So kann ein d von 0.5 so verstanden werden, dass die eine Gruppe 0.5 Standardabweichungen von der anderen Gruppe entfernt ist. Eine

Effektgrösse von 0.20 – 0.50 gilt als "klein", eine Effektgrösse von > 0.50 – 0.80 als "mittel" und eine Effektgrösse über 0.80 als "gross", wie von Cohen vorgeschlagen (Cohen, 1988).

Bei der Schwungkinematik hatte IK im Vergleich zur IT-Gruppe eine wahrscheinlich ($> 80\%$) vorteilhaftere Verbesserung der Geschwindigkeit und Beschleunigung des Führungsarms. In Bezug auf die Driver-Leistung hatte IK im Vergleich zur IT-Gruppe einen möglichen (65 %) positiven Effekt auf die Ballgeschwindigkeit und wahrscheinlich (78 %) einen positiven Effekt auf die Carry-Distanz, während keine der beiden Gruppen den CHS verbesserte. Schlussfolgernd kann gesagt werden, dass mit Pre-Elite-Golfern ein 9-wöchiges isokinetisches Training die sitzende Rotationskraft und -leistung, die Spitzenarmgeschwindigkeit und -beschleunigung, die Ballgeschwindigkeit und die Carry-Distanz im Vergleich zum isotonischen Training erhöht wurde. Der CHS wurde durch das isokinetische Training nicht erhöht, führte aber zu einer grösseren Carry-Distanz.

Ziel der Studie von Oranchuk et al. (2020) war es, die indirekten Auswirkungen eines achtwöchigen Widerstand- und Leistungsprogramms auf den CHS zu ermitteln. 12 (sechs Männer, sechs Frauen) NCAA (National Collegiate Athletic Association) Division II Golfer (20.3 ± 1.5 Jahre), die nach dem Zufallsprinzip einer Interventions- oder Kontrollgruppe zugeteilt wurden, nahmen entweder an einem periodischen Widerstand- und Leistungsprogramm teil, das aus hochbelastenden Langhantelbewegung bestand oder an einem auf Körpergewicht und Rotationsbewegungen ausgerichteten Widerstandstrainingsprogramm. Getestet, respektive untersucht wurden der CHS, Höhe des Countermovementjump (CMJ) und 1RM für Back Squat (BS), Power Clean (PC) und Deadlift (DL). Abhängige t-Tests wurden verwendet, um die Unterschiede in den Ergebnisvariablen vor und nach der Studie für jede Gruppe zu bewerten, unabhängige t-Tests wurden verwendet, um die Unterschiede zwischen den Gruppen zu bewerten und Pearson-Korrelationen wurden verwendet, um die Zusammenhänge zwischen CHS und den Ergebnisvariablen zu bewerten. Im Durchschnitt verzeichnete die Interventionsgruppe Verbesserungen bei allen Ergebnisvariablen mit Ausnahme der CHS-Spitzenwerte ($p = 0.60$); die Kontrollgruppe zeigte bei keiner Ergebnisvariable Veränderungen mit Ausnahme einer Abnahme des durchschnittlichen CHS ($p = 0.028$). Im Vergleich zur Kontrollgruppe verzeichnete die Interventionsgruppe grössere Verbesserungen bei dem durchschnittlichen CHS, BS, PC sowie der durchschnittlichen und maximalen CMJ-Höhe ($p \leq 0.05$). Darüber hinaus war der CHS stark mit PC ($r = 0.70$, $p = 0.012$), BS ($r = 0.64$, $p = 0.025$), DL ($r = 0.54$, $p = 0.068$) und CMJ ($r = 0.73$, $p = 0.007$) korreliert. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Verbesserung der Muskelkraft und der Leistung durch die Steigerung von PC, BS und CMJ mit einer erhöhten

CHS bei College-Golfern verbunden ist. Die Integration eines Langhantel Widerstand- und Leistungsprogramms mit hoher Belastung, kann für die Verbesserung des CHS und indirekt auch der Golfleistung von Vorteil sein. Effektgrößen wurden wie folgt interpretiert: trivial < 0.35, klein = 0.35 - 0.80, mittel = 0.80 – 1.50 und gross >1.50. Korrelationskoeffizienten von 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 und 0.9 galten als gering, mässig, gross, sehr gross bzw. nahezu perfekt (Hopkins et al., 2009). Die Interventionsgruppe zeigte einen signifikanten Anstieg des durchschnittlichen CHS ($p = 0.024$, ES = 0.38), des 1RM BS ($p = 0.036$, ES = 0.39), des 1RM Deadlift ($p = 0.005$, ES = 0.32), 1RM Clean ($p = 0.003$, ES = 0.67), durchschnittliche CMJ ($p = 0.012$, ES = 0.56) und Spitzen-CMJ ($p = 0.009$, ES = 0.55). Zwischen der Kontroll- und der Interventionsgruppe gab es statistisch signifikante Unterschiede bei den Ergebnissen für Kraft, Leistung und CHS. Im Vergleich zur Kontrollgruppe waren die Veränderungswerte der Interventionsgruppe signifikant höher für den durchschnittlichen CHS ($p = 0.005$, ES = 2.02), 1RM BS ($p = 0.026$, ES = 1.11), 1RM Power Clean ($p = 0.031$, ES = 1.34), durchschnittliche CMJ ($p = 0.024$, ES = 1.42), und Spitzen-CMJ ($p = 0.019$, ES = 1.49). Trotz moderater Effektgrößen wurden keine statistisch signifikanten Ergebnisse zwischen den Gruppen für die Veränderung der CHS-Spitze ($p = 0.12$, ES = 0.89) oder die Veränderung des 1RM Deadlift ($p = 0.087$, ES = 1.01) gefunden. Die Korrelationsanalyse ergab signifikante positive Assoziationen mit den Posttest-Messungen des CHS und den Kraft- und Leistungsindikatoren in dieser Studie. Sowohl die Spitzen- als auch die Durchschnitts-CHS wiesen mässige bis grosse Korrelationen mit dem 1RM-Squat auf ($r = 0.64$, $p = 0.025$ bzw. $r = 0.67$, $p = 0.016$). Darüber hinaus korrelierten Spitzenwert und durchschnittlicher CHS mässig mit dem 1RM Deadlift ($r = 0.54$ bzw. 0.57), obwohl diese Korrelationen statistisch nicht signifikant waren ($p = 0.068$ bzw. 0.054). In ähnlicher Weise korrelierten Durchschnitts- und Spitzen-CHS sehr stark mit dem 1RM Clean ($r = 0.70$, $p = 0.012$ bzw. $r = 0.72$, $p = 0.008$), dem durchschnittlichen CMJ ($r = 0.73$, $p = 0.007$ bzw. $r = 0.77$, $p = 0.004$) und dem Spitzen-CMJ ($r = 0.72$, $p = 0.009$ bzw. $r = 0.76$, $p = 0.004$).

In der Studie von Wells et al. (2022) wurde der Zusammenhang zwischen CMJ und CHS untersucht. Die CMJ führten fünfzig hochqualifizierte Golfer auf Kistler Kraftplattformen unter Laborbedingungen durch. Zu den CMJ-Variablen gehörten positiver Impuls, Nettoimpuls, Durchschnittsleistung, Spitzenleistung, Spitzenkraft, Kraft bei Geschwindigkeit Null und Sprunghöhe. Der CHS wurde mit einem Trackman auf einer Driving Range gemessen. Eine Pearsons-Korrelation wurde verwendet, um die Stärke und Richtung der Beziehungen zwischen der CHS und den vom CMJ abgeleiteten Leistungsvariablen zu messen. Die Ergebnisse zeigten

starke positive Beziehungen (alle p Werte < 0.001) zwischen dem CHS und dem positiven Impuls ($r = 0.695$), dem Nettoimpuls ($r = 0.689$), der Durchschnittsleistung ($r = 0.645$), der Spitzenleistung ($r = 0.656$), der Spitzenkraft ($r = 0.517$) und der Kraft bei der Nullgeschwindigkeit ($r = 0.528$) ohne signifikante Beziehung zur Sprunghöhe. Wenn die Untersucher jedoch nur Zugang zu feldbasierten Protokollen haben, wird empfohlen, die Sprunghöhe zu messen und die Absprunggeschwindigkeit mithilfe der inversen Dynamik zu berechnen. Durch Multiplikation der Absprunggeschwindigkeit mit der Masse kann so der Nettoimpuls ermittelt werden.

Ziel der Pilotstudie von Vasudevan et al. (2016) war es, mit Hilfe der Oberflächen-Elektromyographie die typische Muskelaktivierungssequenz eines einzelnen Sportlers beim Vorwärtsschwung beim Golf zu bestimmen und mit Hilfe dieser Methode zu beurteilen, inwieweit diese Sequenz mit üblichen Kraftübungen und einem für diesen Zweck entwickelten Gerät reproduziert werden kann. Die Daten von 18 gesunden männlichen Probanden wurden für 15 Muskeln des Rumpfes und der unteren Extremitäten gesammelt. Die Daten wurden gefiltert und verarbeitet, um das durchschnittliche Einsetzen der Muskelaktivierung für jede Bewegung zu bestimmen. Eine Spearman-Korrelation schätzte die Kongruenz der Aktivierungsreihenfolge zwischen dem Schwung und jeder Übung. Die Korrelationen der einzelnen Gruppen wurden mit 95 % Konfidenzintervallen unter Verwendung einer metaanalytischen Strategie mit zufälligen Effekten gepoolt. Die durchschnittlichen Sequenzen unterschieden sich zwischen den getesteten Athleten, aber die gepoolten Korrelationen zeigten eine positive Assoziation zwischen jeder Übung und der natürlichen Muskelaktivierungssequenz der Teilnehmer. Die ausgewählten Trainingsübungen und das Turning Point-Gerät reproduzierten alle teilweise die durchschnittlichen Muskelaktivierungssequenzen unserer Athleten für beide Sportarten.

1.7 Wissensstand / Wissenslücken

Es gibt bereits Studien, welche den physischen Aspekt im Golfsport untersucht haben und aufzeigen, von welcher Wichtigkeit er zeugt. Es gibt jedoch noch zu wenig Studien, welche wirklich Aufschluss darüber geben, was und wie trainiert werden soll, damit sich der CHS steigert und die Golfleistung so besser wird. Daher macht es Sinn, mit den Elite Golfer:innen der Schweiz eine Studie durchzuführen. In der Schweiz sind die Athlet:innen noch nicht auf ihre Physis untersucht worden.

1.8 Stand Swiss Golf

Im Anschluss an die Junioren Weltmeisterschaft (Jahr 2019) wurde eine Mini-Weltstandsanalyse aufgrund der gemachten Beobachtungen durchgeführt. In dieser wurde festgehalten, dass die besten Junioren der Welt sehr viel Kraft auf den Golfplatz mitbringen und diese in grosse Schlagweiten und gute Resultate umwandeln können. Gleiches ist auf der PGA Tour zu erkennen, je weiter der Ball vom Tee geschlagen wird, desto grösser sind die Chancen erfolgreich zu sein. Mit diesen Informationen wurde in Zusammenarbeit mit Swiss Golf eine Testbatterie entwickelt, um herauszufinden, ob diese Aufschluss darüber gibt, wie die leistungsbestimmenden athletischen Parameter der Spieler ausgebildet sind. Die Testbatterie wurde aufgrund der Literaturrecherche erstellt. Wie im Kapitel 1.6 erwähnt wurde nach bereits bestehenden Studien zu Zusammenhängen von athletischen Tests und dem CHS gesucht. Die Tests mit den besten Korrelationen und einer für Swiss Golf machbaren Umsetzung wurden für die Testbatterie ausgewählt. Zuerst wurde eine erste Testphase durchgeführt. Dort wurde der Test «Seated chest pass» aus eigener Beobachtung aufgrund der fehlenden Korrelation herausgestrichen. Die Tests wurden so ausgewählt, dass aus jedem Testresultat eine spezifische Aussage für die Trainingssteuerung abgeleitet werden kann. Die Testbatterie beinhaltet folgende Tests:

- 1) Swiss Olympic Rumpf Test ventral
- 2) Swiss Olympic Rumpf Test lateral
- 3) Swiss Olympic Rumpf Test dorsal
- 4) Countermovement Jump arms fixed (CMJ)
- 5) Squatjump arms fixed (SJ)
- 6) Rotational Medball Throw (RMBT)
- 7) 3RM Back Squat (BS)
- 8) 3RM Bench Press (BP)
- 9) All out CHS Messung (CHS)

Die genaue Beschreibung der Tests sowie deren Bewertungskriterien sind im Testmanual (Anhang) zu finden.

1.9 Ziel der Arbeit und konkrete Fragestellung

1.9.1 Ziel der Arbeit

Aus den Resultaten aus der Testbatterie, welche gemeinsam mit Swiss Golf erstellt wurde, wurden Trainingsempfehlungen sowie Trainingspläne erstellt. Diese Trainingsempfehlungen wurden in einer 12-wöchigen Trainingsintervention mit dem Hauptfokus Kraftentwicklung umgesetzt. Im Anschluss wurde ein Re-Test (analoge Testbatterie) durchgeführt und analysiert. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es herauszufinden, ob die Trainingsempfehlungen zu einer Leistungssteigerung in den getesteten Parametern sowie im CHS geführt haben. Das langfristige Ziel mit Swiss Golf ist die Entwicklung eines Athletik Manual, worin klare Erkenntnisse beschrieben sind und Interventionen, welche die Golfleistung im physischen Aspekt der Athlet:innen verbessern. Mit dieser Studie wird der erste Ist-Zustand der Elite Golfer:innen der Schweiz erstellt und soll als Grundlage für weitere Forschungen, Untersuchungen und des Athletik Manuals dienen.

1.9.2 konkrete Fragestellung

Der Golfsport wird immer physischer und die Kraftentwicklung nimmt immer mehr eine zentralere Rolle ein. Aus diesem Grund entstanden folgende Hauptfragestellungen:

1. Zusammenhang von physischen Parametern zum CHS.

Die physischen Parameter der ausgewählten Tests:

- Rumpfkrafttest ventral, lateral und dorsal: Kraftausdauer
- Sprungtest CMJ und SJ: Schnellkraft
- Wurftest RMBT: Explosivkraft
- 3RM Test BS und BP: Maximalkraft

2. Wie wirkt sich eine Krafttraining Intervention auf die physischen Parameter aber auch auf den CHS aus?

2 Methode

2.1 Untersuchungsgruppe

Die Untersuchungsgruppe bestand aus 11 weiblichen Golferinnen im durchschnittlichen Alter von 16.3 ± 1.4 Jahren sowie 23 männlichen Golfer im durchschnittlichen Alter von 16.3 ± 1.7 Jahre. Alle diese Personen waren im Kader von Swiss Golf. Die Golfer:innen befanden sich zum Zeitpunkt der Messungen in gesunder Verfassung. Die Golfer:innen hatten nicht alle den/dieselbe:n Schwungtrainer:in. Die Unterschiede der Erfahrung im athletischen Bereich war gross. Es gab Golfer:innen, welche sich bereits intensiv mit diesem Thema auseinander gesetzt haben und Golfer:innen, welche das erste Mal Krafttraining erlebten. Das bestätigt auch der Pre-Test mit den jeweiligen Mittelwerten (MW) und deren Standardabweichungen (SD):

- CMJ 36 ± 7 cm
- SJ 30 ± 6 cm
- RMTB 9 ± 2 m
- BS 84 ± 28 kg
- BP 58 ± 18 kg

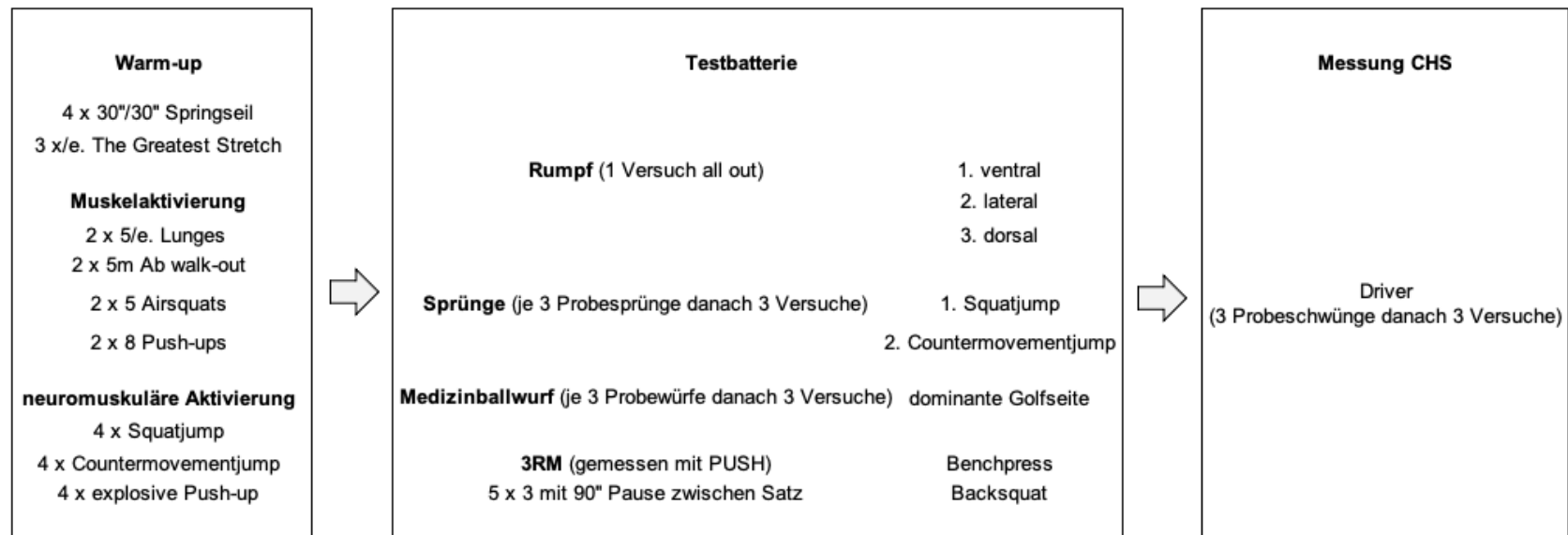
Das Studiendesign sah keine Kontrollgruppe vor, da jeweils der Pre- und Posttest des jeweiligen Golfers selbst verglichen wurde. Es gab keine Studienabbrecher.

2.2 Untersuchungsdesign

Die Pre- und Post-Test wurden unter der Leitung von Mark Casutt (Athletikverantwortlicher Swiss Golf) und Diego Sandmeier regelkonform durchgeführt. Der Ablauf war wie folgt organisiert (Abbildung 1).

Abbildung 1

Studiendesign



Anmerkung. Generalisierter Ablauf der Testbatterie.

Abkürzungen: x/e (Anzahl Wiederholung / Seite), 3 RM (3 Repetition Maximum), CHS (Clubheadspeed)

Alle Golfer:innen führten ein standardisiertes Warm-up durch. Folglich absolvierten alle in der gleichen Reihenfolge die Testbatterie. Abschliessend wurde der CHS gemessen. Das Warm-up startete mit einem kleinen metabolischen Input, damit das Herz-Kreislauf-System hochgefahren wurde. Die Golfer:innen benutzten vier Mal während 30 Sekunden das Springseil in verschiedenen Springformen mit einer Pause von 30 Sekunden dazwischen. Danach gab es eine Abfolge dynamischer Dehnungsübungen, welche relevant für die darauffolgenden Tests waren. Als Muskelaktivierung wurden spezifische Übungen gewählt, damit die jeweilige Muskelgruppe für die Testbatterie direkt angesprochen wurde. Abschliessend gab es eine neuromuskuläre Aktivierung in Form von Sprüngen. Diese waren in Bezug auf die Sprünge und das 3RM gewählt. Die Testbatterie wurde von allen in der gleichen Reihenfolge absolviert. Beginnend mit dem Kapazitätstest für die Rumpfkette. Zuerst wurde die ventrale, danach die laterale und zum Schluss die dorsale Kette getestet. Sie wurden instruiert, so lange wie möglich die Belastung auszuhalten und möglichst bis zum Muskelversagen zu gehen. Bei nicht korrekter Durchführung erhielten die Golfer:innen maximal zwei Verwarnungen. Eine dritte Verwarnung bedeutete Testabbruch. Als Vorlage wurde das Manual Leistungsdiagnostik (Maier et al., 2016) genommen. Die beiden Sprungtests (SJ, CMJ) wurden mit der PUSH-App (PUSH Design Solutions Inc.) gemessen. Alle erhielten zuerst drei Probesprünge. Von den drei darauffolgenden, gemessenen Sprüngen wurde jeweils der beste gewertet. Als Limitation galt, dass die Hände immer bei der Hüfte angelegt sein mussten. Der Medizinballwurf war so vordefiniert, dass nur auf die dominante - die Seite vom Golfschwung – getestet wurde. Hier gab es drei Probewürfe, danach wurden die darauffolgenden drei gemessen und der beste gewertet. Als letzter Test gab es für die zwei Übungen (BP und BS) ein 3RM, welches erneut mit dem Push-App erfasst wurde. Sie wurden angewiesen, die exzentrische Bewegung langsam und kontrolliert und die konzentrische Bewegung der drei Wiederholungen möglichst schnell auszuführen. Total gab es fünf Serien mit progressiver Belastungssteigerung. Beim Pre-Test schätzten die Golfer:innen ihr 1RM, damit in der Push-App das Startgewicht und die jeweilige Progression der Zusatzgewichte definiert werden konnte. Die intraserielle Pausenzeit betrug jeweils 90 Sekunden. Um eine einheitliche Bewegungsausführung der BP zu gewährleisten, mussten alle bei der exzentrischen Bewegung kurz das Sternum berühren. Bei dem BS mussten sie bei der exzentrischen Bewegung 90 Grad im Kniegelenk haben. Anhand der konzentrisch entwickelten Geschwindigkeit wurde am Schluss der fünf Serien ein 1RM berechnet. Das Push Band war bei beiden Tests an der Langhantel befestigt. Nach der Testbatterie hatten die Golfer:innen die Möglichkeit, sich individuell auf die Messung des CHS vorzubereiten. Bevor die drei Schwünge erfasst wurden, hatte jede:r drei Probeschwünge. Es zählte jeweils der schnellste. Als Messgerät wurde

der Trackman (Trackman A/S, Denmark) eingesetzt. Der CHS Test wurde von den Athlet:innen im Herbst (Pre-Test) outdoor und im Frühling (Post-Test) indoor absolviert.

2.3 Interventionen

Die Golfer:innen wurden aufgrund ihrer Testresultate in zwei Gruppen (Interventionsgruppe «mittel» und «gut») aufgeteilt (Tabelle 2). Die Aufteilung wurde nach den Kriterien in Trainingserfahrung, Bewegungsqualität und Testresultate gemacht. Die Interventionsgruppe «mittel» (Tabelle 3) hatte leicht weniger komplexe Trainingsprogramme als «gut» (Tabelle 4). Die Hauptübungen waren im Grundsatz dieselben, einfach für «mittel» ein wenig vereinfacht. Die Trainingsintervention hat während 12 Wochen stattgefunden und es wurden drei Trainings pro Woche im Kraftbereich im besten Fall unter der Leitung eines Trainers ansonsten allein absolviert. Die Trainingsprogramme wurden den Golfer:innen per E-Mail zugesandt und gleichzeitig hatten sie die Möglichkeit, jede Übung auf einem vorbereiteten YouTube-Kanal (<https://www.youtube.com/channel/UCFO7C2IHDoxB-wXwrY91dkw/featured>) im Detail anzuschauen.

Tabelle 2

12-wöchige Intervention

Intervention	Dauer	
	Woche 1 -7	Woche 8 - 12
«mittel»	Hypertrophie 3x / Woche	Kontrastmethode 2x / Woche und 1x Sprünge und Würfe
«gut»	Hypertrophie 3x / Woche	Kontrastmethode 2x / Woche und 1x Sprünge und Würfe

Anmerkung. Die Intervention wurde bei beiden Gruppen in zwei Phasen aufgeteilt. Phase 1 (Woche 1-7) Hypertrophie, Phase 2 (Woche 8-12) Intramuskuläre Koordination mit einer Kontrastmethode und zusätzlich Sprünge und Würfe

Tabelle 3*Intervention für die Gruppe «mittel»*

«mittel» Hypertrophie (Woche 1-8 à 3x / Woche)				
Set	Übung	Sets	Reps	Serienpause
1	Hip Thrust BB	3	12	90-120 sek
	Bent over rowing underhand grip	3	12	
2	Squats BB	3	12	90-120 sek
	Ab/Add cable machine	3	12	
3	Benchpress BB	3	12	90-120 sek
	Side lunge moving BB	3	12	
4	Hand supported SL DL DB	3	12	90-120 sek
«mittel» IK-Kontrastmethode (Woche 9-12 à 2x / Woche)				
Set	Übung	Sets	Reps	Serienpause
1	Dynamic Side Lunge	3-4	5e	2-3 min
	DL Landmine to rotational Press BB		5e	
	Skater Jumps		5e	
2	Bench Press BB	3-4	5	2-3 min
	Bench Press explosive BB 30 %		5	
	Explosive Medball Throw / Explosive Push Ups		5	
3	Squats BB	3-4	5	2-3 min
	Squat Jumps BB 30 %		5	
	Box Jumps		5	

Anmerkung. Trainingsinhalt für die Gruppe «mittel».

Abkürzungen BB (Barbell), Ab/Add (Abduktion, Adduktion), SL DL DB (Single leg Dead lift Dumbbell), IK (Intramuskuläre Koordination), Reps (Repetitions), e (each).

Tabelle 4*Intervention für die Gruppe «gut»*

«gut» Hypertrophie (Woche 1-8 à 3x / Woche)				
Set	Übung	Sets	Reps	Serienpause
1	Hip Thrust BB	3	12	90-120 sek
	Bent over rowing underhand grip	3	12	
2	Squats BB	3	12	90-120 sek
	Ab/Add cable machine	3	12	
3	Benchpress BB	3	12	90-120 sek
	Dynamic Side lunge BB	3	12	
4	SL DL DB	3	12	90-120 sek
«gut» IK-Kontrastmethode (Woche 9-12 à 2x / Woche)				
Set	Übung	Sets	Reps	Serienpause
1	Dynamic Side Lunge	3-4	5e	2-3 min
	DL Landmine to rotational Press BB		5e	
	Skater Jumps		5e	
2	Bench Press BB	3-4	5	2-3 min
	Bench Press explosive BB 30 %		5	
	Explosive Medball Throw / Explosive Push Ups		5	
3	Squats BB	3-4	5	2-3 min
	Squat Jumps BB 30 %		5	
	Box Jumps		5	
4	Hip Thrust BB	3-4	5	2-3 min
	Clean/Hang Clean High Pull		5	
	Rotational Medball Throw		5e	

Anmerkung. Trainingsinhalt für die Gruppe «gut».

Abkürzungen BB (Barbell), Ab/Add (Abduktion, Adduktion), SL DL DB (Single leg Dead lift Dumbbell), IK (Intramuskuläre Koordination), Reps (Repetitions), e (each).

2.4 Untersuchungsinstrumente

Für die Erfassung des 3RM wurden die Beschleunigungswerte in m/s beim Squat und der BP durch das PUSH erfasst. Die Geschwindigkeiten des CHS wurden durch den Trackman erfasst (Tabelle 5).

Tabelle 5

Spezifikationen der Messsysteme

Messsystem	Typ	Technologie	Platzierung
Push Band	Elektronisches Inertialsystem	3D Beschleunigungs-sensor	Langhantel
Trackman	Kamerasystem	Optisch verstärkte Radarverfolgung	1.5m Entfernung vom Tee

Anmerkung. Das Push Band wurde bei den beiden 3RM Test an der Langhantel befestigt und hat die Beschleunigung gemessen. Der Trackman diente als Messinstrument des CHS.

TrackMan arbeitet seit längerer Zeit mit der Golf Radar Technologie. Das Unternehmen wurde 2003 mit dem einzigen Ziel gegründet, Golfprofis zu helfen, mehr über den Abschlag im Golf zu erfahren. Der TrackMan-Golfradar hilft nicht nur bei der Messung von wichtigen Datenparameter wie Ballgeschwindigkeit, Angriffswinkel, Schlägerweg, Schlägerkopfwinkel, etc., er erfasst auch den Golfschwung mit einer eingebauten HD-Videokamera oder mit Hilfe von externen Kameras. Im Grunde arbeitet der TrackMan mit Mikrowellen, die sich von einem sich bewegenden Golfschläger und einem Golfball reflektieren. Die Frequenzänderung dieser Wellen ermöglicht es, das zu verfolgen, was genau im Moment des Aufpralls zwischen Schläger und Ball passiert. Die Radartechnologie ist heute ein integraler Bestandteil des Coachings im Golf. Der Trackman und dessen Software sind geeignet, von professionellen Trainern, Trainern und Spielern sowie auch von Golfanfängern verwendet zu werden. Der Golfradar kann sowohl im Freien als auch im Innenbereich in einem Golfsimulator eingesetzt werden.

Die Software bietet neben der umfangreichen Analyse auch Spiele und andere Übungsanwendungen über eine Laptop- oder Mobilversion. Portable Monitoring Systeme haben viele Vorteile, darunter die sofortige Rückmeldung und die einfache Einrichtung. Dies macht sie aber nicht weniger Leistungsfähig. Laut der Studie von Leach et al., (2017) sind die Messungen von Trackman valide und reliabel und können problemlos von Golfer und Trainer eingesetzt werden.

2.5 Datenanalyse

Alle Resultate wurden in ein vorbereitetes Excel File (Microsoft Excel 2011, Microsoft Corporation, Redmond, USA) exportiert und zur statistischen Auswertung verwendet. Die Pre- und Post-Test wurden jeweils miteinander verglichen und jede:r einzelne Athlet:in wurde individuell betrachtet. Als statistischer Test für die Bestimmung des Signifikanzniveaus der Mittelwerte wurde ein Einstichproben-t-Test gewählt. Es wurden jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen sowie bei den Box-Plots der Median und die Quartile berechnet und angegeben. Der lineare Zusammenhang wurde anhand einer Korrelationsanalyse nach Pearson dargestellt. Die Korrelationskoeffizienten wurden auf der Basis von ähnlichen Untersuchungen interpretiert: trivial (0.0 - 0.1), schwach (0.11 - 0.3), moderat (0.31 - 0.5), stark (0.51 - 0.7), sehr stark (0.71 - 0.9) und nahezu perfekt (0.91 - 1.00) (Atkinson & Nevill, 1998).

3 Resultate

3.1 Veränderung Pre- & Post-Test

Bei der Veränderung von Pre- zu Post-Test fiel auf, dass sich die gesamte Untersuchungsgruppe in allen Tests ausser beim dorsalen Rumpfkrafttest verbessert hat (Abbildung 2-6).

Der CHS war unverändert. Die Interventionsgruppe verbesserte sich im ventralen um 21 % und im lateralen um 25 %. Beim dorsalen Test verschlechterte sich die Gruppe um 4 %. Bei den beiden Schnellkrafttest (CMJ, SJ) verbesserte sich die Gruppe um 5 % beim CMJ und signifikant beim SJ um 7 %. Beim Explosivkrafttest mit dem RMBT resultierte eine Verbesserung von 7 % gegenüber dem Pre-Test. Die beiden Maximalkrafttest (BS, BP) zeigten beim BS eine signifikante Verbesserung von 19 %, bei der BP resultierte eine Verbesserung von 7 %.

Die Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) des Pre-Tests:

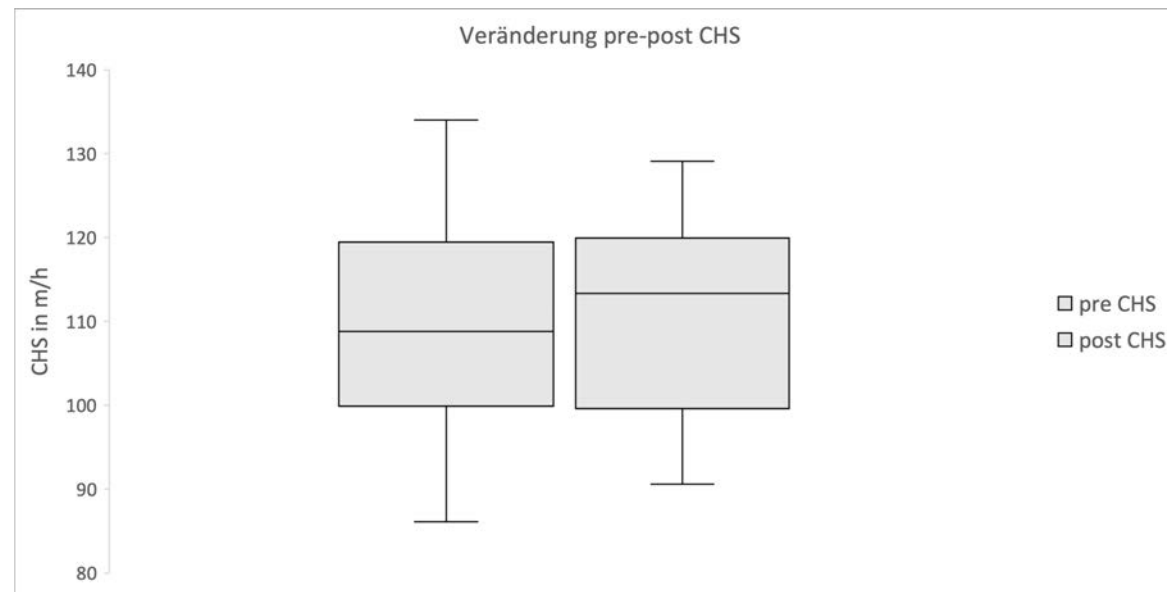
CHS (MW \pm SD, 109 \pm 13 m/h), ventral (MW \pm SD, 125 \pm 56 s), lateral (MW \pm SD, 50 \pm 19 s), dorsal (MW \pm SD, 93 \pm 27 s), CMJ (MW \pm SD, 36 \pm 7 cm), SJ (MW \pm SD, 30 \pm 6 cm), RMBT (MW \pm SD, 9 \pm 2 m), BS (MW \pm SD, 84 \pm 28 kg), BP (MW \pm SD, 58 \pm 18 kg).

Die Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) des Post-Tests:

CHS (MW \pm SD, 111 \pm 12 m/h), ventral (MW \pm SD, 151 \pm 53 s), lateral (MW \pm SD, 63 \pm 16 s), dorsal (MW \pm SD, 90 \pm 24 s), CMJ (MW \pm SD, 38 \pm 7 cm), SJ (MW \pm SD, 32 \pm 6 cm), RMBT (MW \pm SD, 10 \pm 3 m), BS (MW \pm SD, 100 \pm 29 kg), BP (MW \pm SD, 62 \pm 18 kg).

Abbildung 2

Veränderung des CHS (Clubheadspeed) durch das Training (Frauen und Männer)

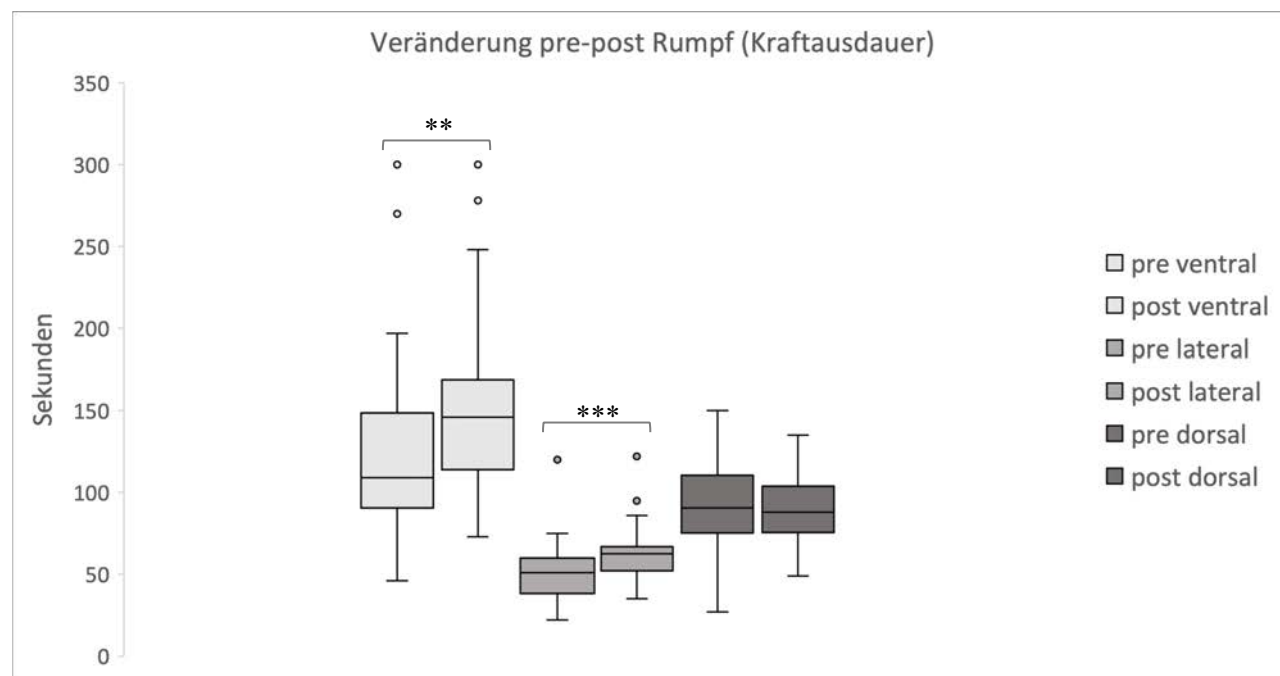


Anmerkung. Veränderung des CHS nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 34$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3.

Verbesserung des CHS 1.5 m/h, resp. 1%; $p = 0.482$

Abbildung 3

Veränderung der Zeit im Rumpfkrafttest durch das Training (Frauen und Männer)



Anmerkung. Veränderung der drei Rumpfkrafttest nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 34$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Ausreisser sind jeweils mit ° und Signifikanzen mit ** ($p < 0.01$) und *** ($p < 0.001$) gekennzeichnet.

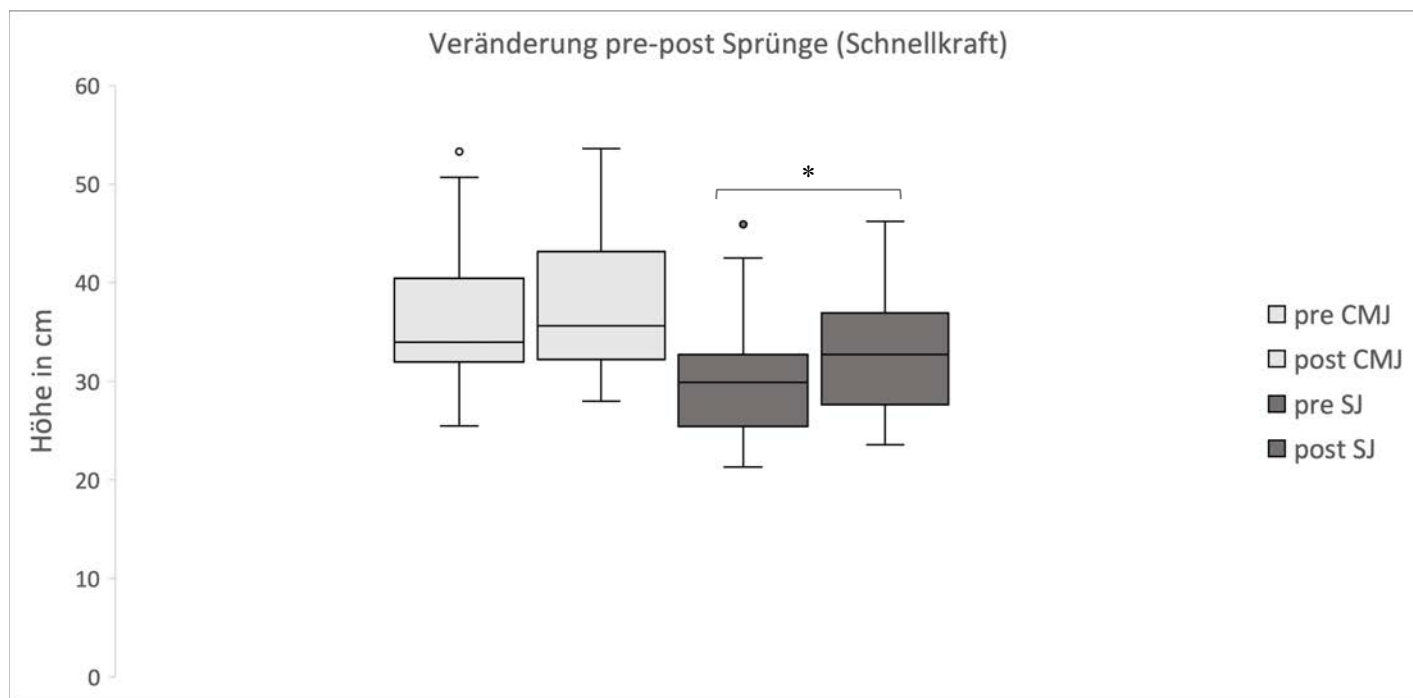
ventral: Verbesserung 26 sek, resp. 21%; $p = 0.008$

lateral: Verbesserung 12 sek, resp. 25%; $p < 0.001$

dorsal: Verschlechterung 4 sek, resp. 4%; $p = 0.362$

Abbildung 4

Veränderung der Sprunghöhe durch das Training (Frauen und Männer)



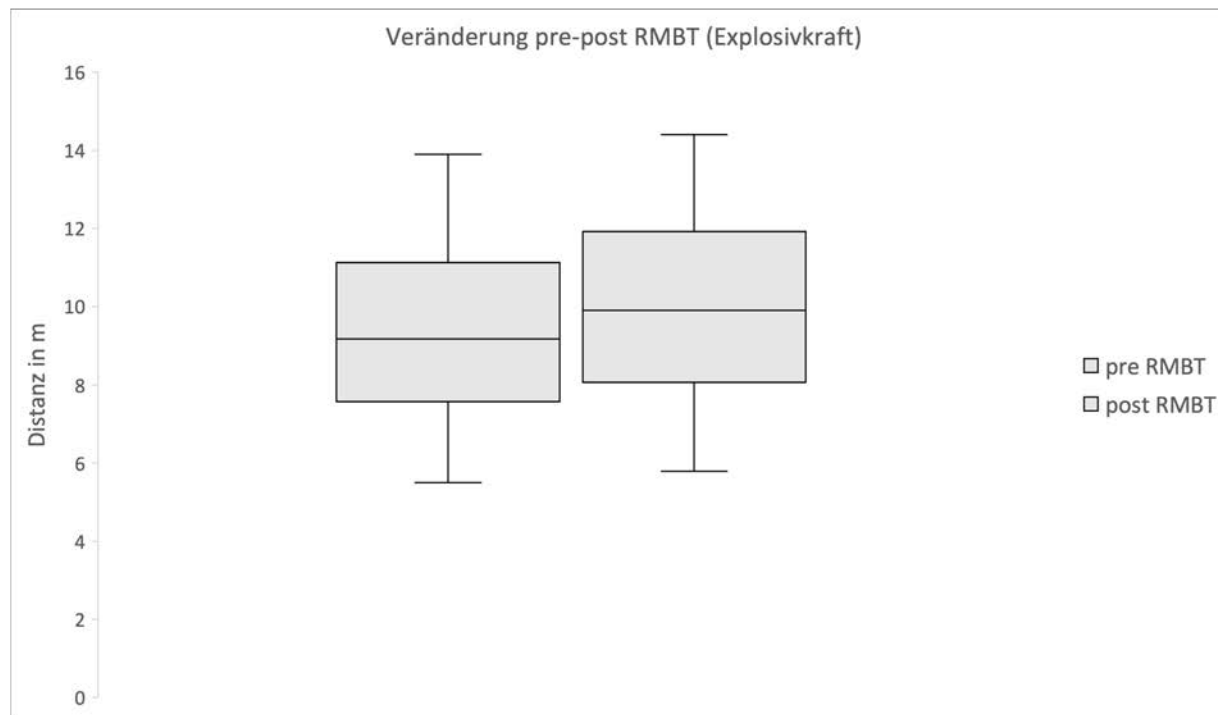
Anmerkung. Veränderung der beiden Sprungtests nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 34$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Ausreisser sind jeweils mit ° und Signifikanzen mit * ($p < 0.05$) gekennzeichnet.

CMJ (Countermovementjump): Verbesserung 1.7 cm, resp. 5%; $p = 0.174$

SJ (Squatjump): Verbesserung 2.1 cm, resp. 7%; $p = 0.045$

Abbildung 5

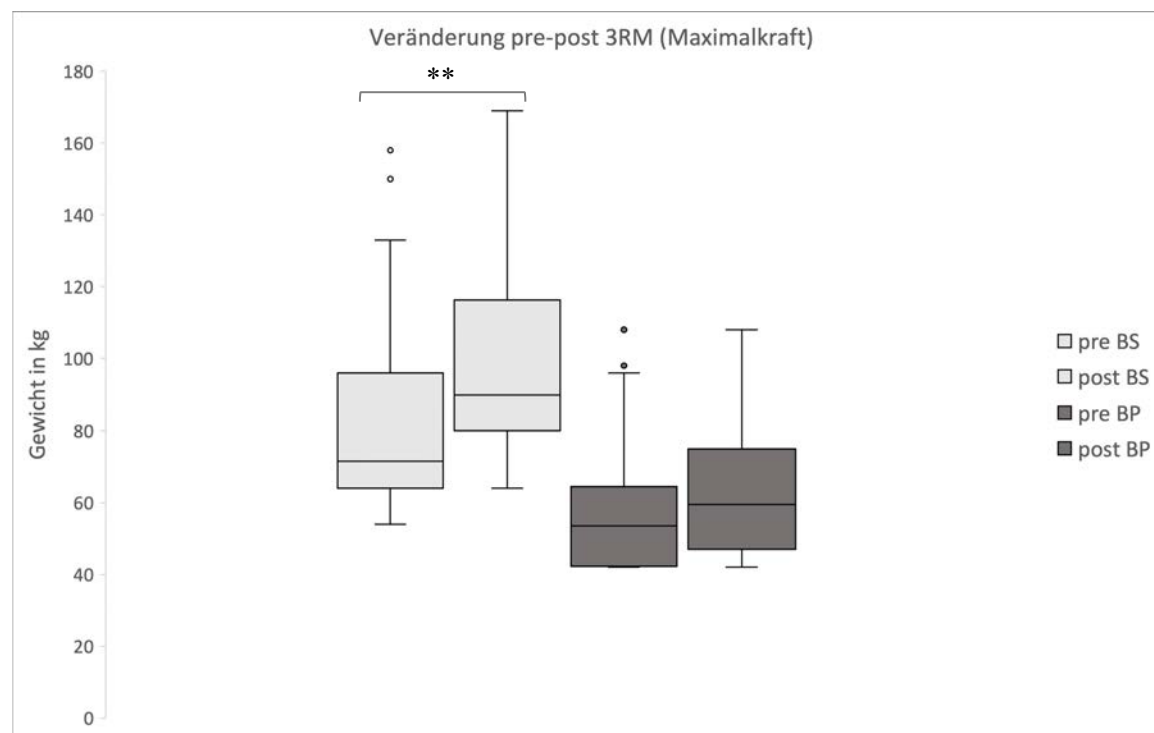
Veränderung der Distanz durch das Training (Frauen und Männer)



Anmerkung. Veränderung der Distanz nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 34$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Verbesserung des RMBT (Rotational Medball Throw) 0.7 m, resp. 7%; $p = 0.136$

Abbildung 6

Veränderung der Maximalkraft in kg durch das Training (Frauen und Männer)



Anmerkung. Veränderung der beiden 3RM nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 34$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Ausreisser sind jeweils mit ° und Signifikanzen mit ** ($p < 0.01$) gekennzeichnet.

BS (Backsquat): Verbesserung 16 kg, resp. 19%; $p = 0.004$

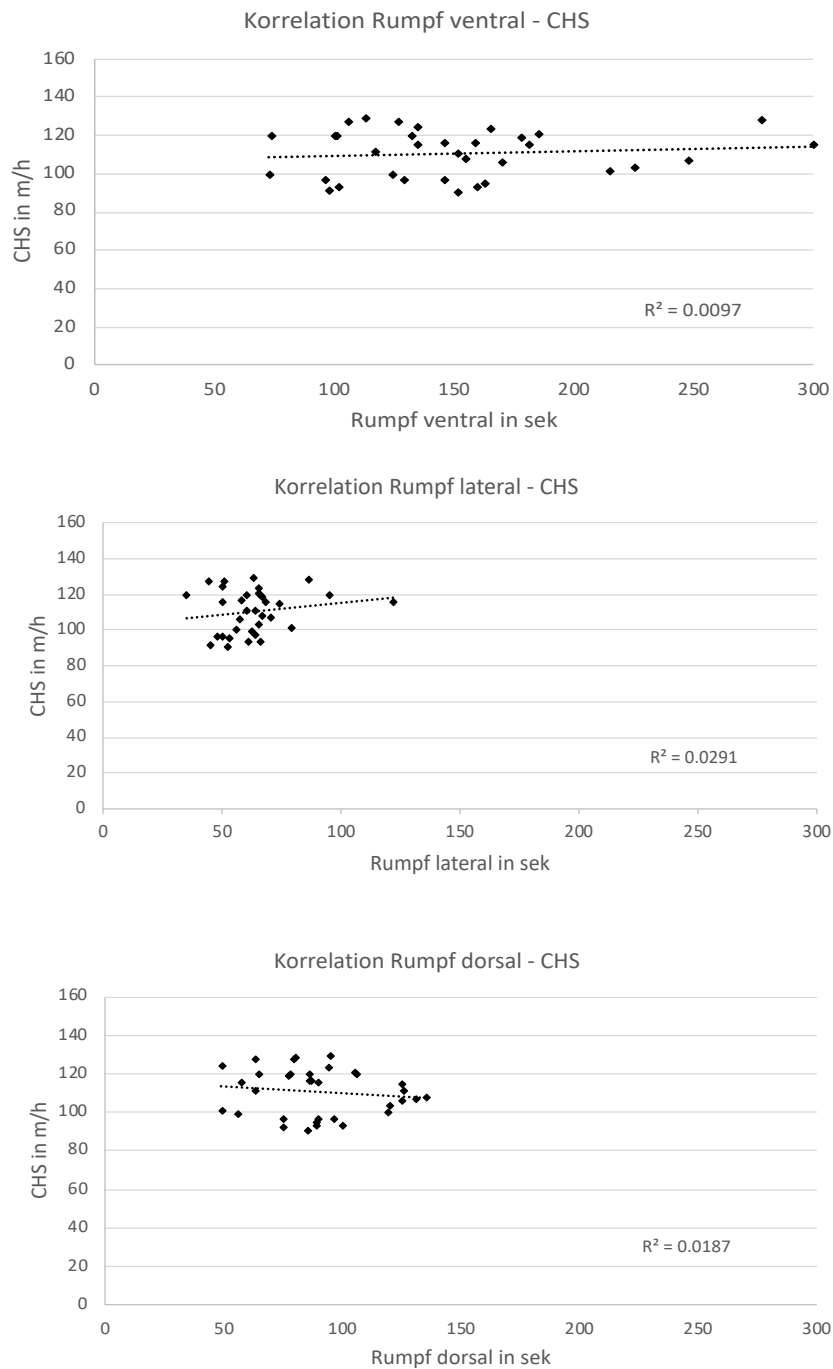
BP (Benchpress): Verbesserung 4 kg, resp. 7%; $p = 0.181$

3.2 Korrelationen

Bei der Auswertung fiel auf, dass alle Tests aus der Testbatterie signifikant mit dem CHS korrelieren, ausser die drei (ventral, lateral und dorsal) des Rumpfes (Abbildung 7-10). Die Korrelationskoeffizienten r für die Rumpfkrafttests betrugen für ventral $r = 0.10$, lateral $r = 0.17$ und dorsal $r = -0.14$. Für die beiden Schnellkraft Tests resultierte jeweils ein signifikanter Korrelationskoeffizient von $r = 0.67$ für den CMJ und $r = 0.73$ für den SJ. Eine signifikante Korrelation resultierte beim RMBT $r = 0.89$. Für die beiden Maximalkrafttest zeigte die Auswertung eine signifikante Korrelation zum CHS für BS $r = 0.75$ und für BP $r = 0.83$.

Abbildung 7

Korrelation Rumpfkrafttest und CHS (Clubheadspeed) (Frauen und Männer)



Anmerkung. Korrelation der drei Rumpftest zum CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 34$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für die drei Tests:

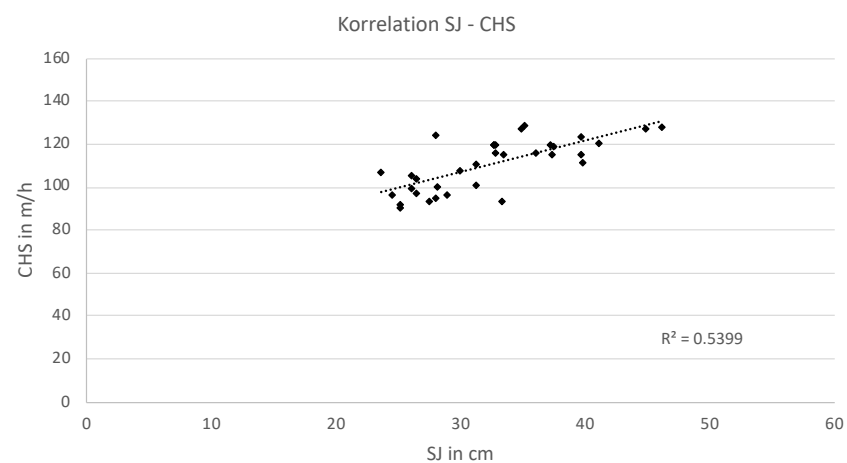
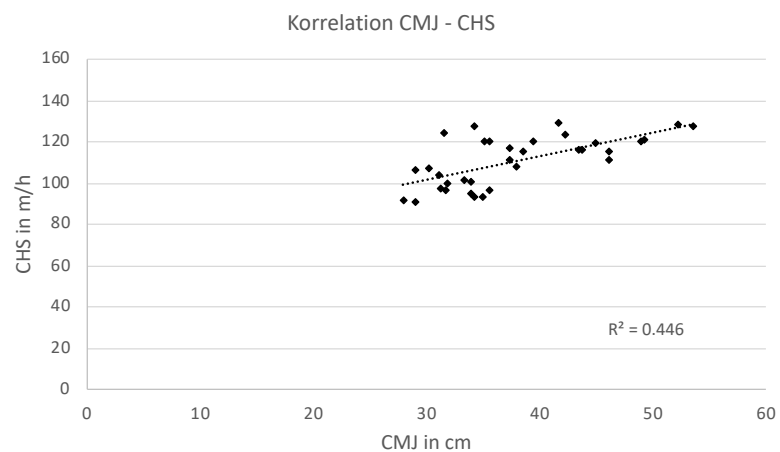
ventral: $r = 0.10$; $p = 0.579$

lateral: $r = 0.17$; $p = 0.335$

dorsal: $r = -0.14$; $p = 0.441$

Abbildung 8

Korrelation Sprünge und CHS (Clubheadspeed) (Frauen und Männer)



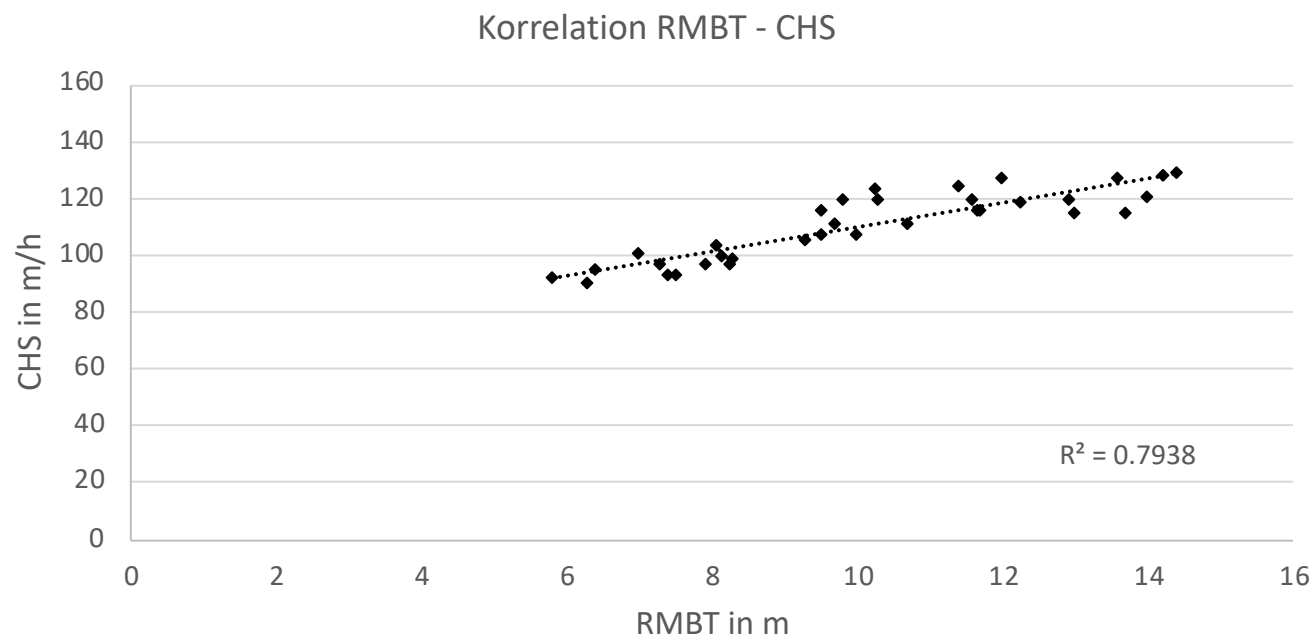
Anmerkung. Korrelation der beiden Sprungtests zum CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 34$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für die zwei Tests:

CMJ (Countermovementjump): $r = 0.67$; $p < 0.001$

SJ (Squatjump): $r = 0.73$; $p < 0.001$

Abbildung 9

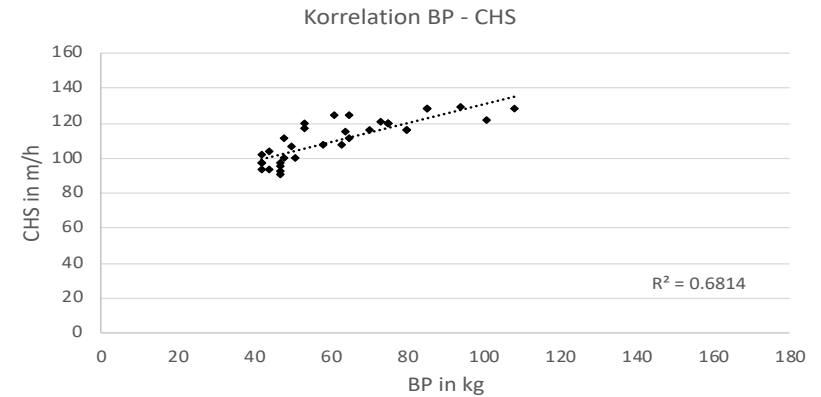
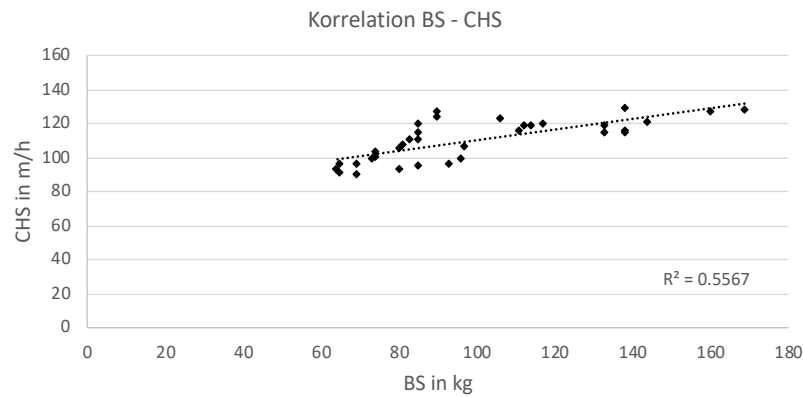
Korrelation RMBT (Rotational Medball Throw) und CHS (Clubheadspeed) (Frauen und Männer)



Anmerkung. Korrelation RMBT und CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 34$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für den Tests $r = 0.89$; $p < 0.001$

Abbildung 10

Korrelation 3RM (3 Repetition Maximum) und CHS (Clubheadspeed) (Frauen und Männer)



Anmerkung. Korrelation der beiden Maximalkrafttest zum CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 34$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für die zwei Tests:

BS (Backsquat): $r = 0.75$; $p < 0.001$

BP (Benchpress): $r = 0.83$; $p < 0.001$

3.3 Re-Test Reliabilität

Die Re-Test Reliabilität wurde für die verschiedenen Tests erhoben oder aus bereits durchgeführten Studien mit gleichem Design übernommen (Tabelle 6). Die Variationskoeffizienten für die gewählte Testbatterie betrug für den Parameter der Kraftausdauer für ventral 9 %, lateral 12 % und dorsal 9 %. Für den Parameter der Schnellkraft für CMJ 2.8 % und SJ 2.95 %. Parameter der Explosivkraft für RMBT 3.66 %. Für Maximalkraft für BS und BP 5 %. Für den CHS 0.84 %.

Tabelle 6

Variationskoeffizienten für die Testbatterie

Test	CV
Rumpf ventral	9 % [1]
Rumpf lateral	12 % [1]
Rumpf dorsal	9 % [1]
CMJ	2.8 %
SJ	2.95 %
RMBT	3.66 %
Backsquat	5.0 % [2]
Benchpress	5.0 % [2]
CHS	0.84 %

Anmerkung. CV = Coefficient of variability, CMJ (Countermovementjump), SJ (Squatjump), RMBT (Rotational Medball Throw), CHS (Clubheadspeed) [1] Leistungsdiagnostik Manual Swiss Olympic 2015 [2] Balsalobre-Fernández, Kuzdub, Poveda-Ortiz & Campo-Vecino, 2016

4 Diskussion

4.1 Interpretation der Resultate

Golf ist ein körperlich sehr anspruchsvolles Spiel, bei dem die Leistung zum Teil von der Fähigkeit der Spieler abhängt, durch ein breites Spektrum von Bewegungen Kraft zu erzeugen (Hume et al., 2005; Lephart et al., 2007; Wallace et al., 2007; Wells et al., 2009). Folglich sollte eines der wichtigsten Ziele von Trainingsprogrammen für angehende Golf-Profis darin bestehen, die golfspezifische Kraft zu steigern. Die Golfplätze werden immer länger, was voraussetzt, dass der CHS höher werden muss. Das heisst, dass die physischen Parameter wie Schnellkraft, Explosivkraft, Maximalkraft und Koordination weitaus verbessert für die Golfer:innen von hoher Relevanz zeugen und sie diese stetig verbessern müssen. Nun wurde ersichtlich, dass der Rumpf keinerlei Korrelation zum CHS aufweist. Es macht aber trotzdem Sinn, diesen aufgrund der Verletzungsprävention auch zu trainieren. Aufgrund des Mangels an Studien über hochtrainierte Golfer:innen war es unser Ziel, in der vorliegenden Studie die Auswirkungen eines 12-wöchigen Krafttrainingsprogramms im Zusammenhang mit der Golfleistung (CHS) von Elite Golfer:innen zu ermitteln. Die Resultate sollen Aufschluss darüber geben, was es für das langfristige Ziel – die Entwicklung eines Athletik Manual für Swiss Golf – noch braucht und wo Verbesserungs-/Forschungsbedarf besteht.

Über die 12 Wochen verbesserten sich alle Golfer:innen bei allen Tests, ausser beim dorsalen Rumpfkrafttest. Anlehnend an die Studie von Fletcher und Hartwell (2004) bestätigt auch unsere Studie, dass ein spezifisches kombiniertes Training mit Gewichten und plyometrischem Training dazu beitragen kann, CHS und Schlagweite bei Golfer:innen zu steigern, dies lässt sich durch die Zunahme der Muskelkraft und eine Verbesserung der sequenziellen Beschleunigung von Körperteilen zurückführen.

In Einklang zur Studie von Álvarez et al. (2012) sind auch bei unserer Studie die Maximalkraftwerte gestiegen. Die Interventionsgruppe wies eine signifikante Steigerung ($p < 0.05$) der Maximalkraft und der Explosivkraft nach sechs Wochen Training sowie der Schlagleistung nach 12 Wochen auf. Diese Verbesserungen blieben während der 6-wöchigen golfspezifischen Trainingsperiode und sogar während einer fünf-wöchigen Trainingspause unverändert. Daraus kann gefolgert werden, dass ein 18-wöchiges Widerstandtrainingsprogramm die Maximal- und Explosivkraft verbessern kann und dass sich diese Verbesserungen auf die Schlagleistung übertragen lassen; die Golfer benötigen jedoch Zeit, um die Verbesserungen umzusetzen.

Der CHS verbesserte sich faktisch nicht gross, dies führen wir auf folgende Punkte zurück:

- Der CHS Test wurde von den Athlet:innen im Herbst outdoor und im Frühling indoor gemacht. Gemäss Aussagen der Athlet:innen hätten sie immer leicht tiefere Schwinggeschwindigkeiten indoor (obwohl das gleiche Messgerät benutzt wurde). Nach Recherche gibt es diverse Berichte, dass indoor nicht genau der gleiche CHS erreicht wird wie outdoor, dies ist aber wissenschaftlich nicht belegt.
- Der Post-Test wurde ganz am Anfang der Saison durchgeführt. Aufgrund der Winterpause sind die Koordination und das Timing des Golfschwungs noch nicht ganz auf demselben Niveau, wie Ende Saison.

Die Pearson-Korrelation zeigte bei fünf Test mit dem physischen Parameter der Schnell-, Explosiv- und Maximalkraft signifikante und starke Zusammenhänge zum CHS.

Die physischen Parameter, welche eine starke Korrelation zum CHS zeigen, konnten bei der ganzen Untersuchungsgruppe beim SJ und BS signifikant gesteigert werden. Der CHS wurde nicht signifikant besser.

4.2 Unterschied zwischen Frauen und Männer

In der Analyse der Resultate fiel auf, dass sich die Ergebnisse der Männer und Frauen stark unterscheiden. Die Korrelationen zum CHS unterscheiden sich bei allen Tests. Die Frauen verbesserten sich bei jedem Test signifikant (siehe Anhang, Abbildung 15-19). Da das Ausgangsniveau der Trainingserfahrung der Frauen sehr niedrig war, lässt sich daraus schliessen, dass sie effektiv nicht fit waren und physisch ein unglaubliches Potential haben. Für gewisse Frauen waren es am Testtag teilweise die ersten Durchführungen der Kraft- respektive Wurfübungen. Zusätzlich könnte auch der Re-Test-Effekt ein Grund für die Verbesserung sein. Die technische Komponente muss daher mitberücksichtigt werden. Die Männer waren somit beim Bewegungslernen bereits fortgeschrittener und konnten sich mehr auf den maximalen Poweroutput konzentrieren, während die Frauen mehr auf die koordinativen Aspekte und die Technik fokussiert waren und so leider der maximale Kraftoutput nicht gewährleistet war. Die Männer verbesserten sich im ventralen und lateralen Rumpf, SJ, RMBT und BS signifikant (Abbildung 24-28). Die Frauen als auch die Männer verschlechterten sich einzig beim dorsalen Rumpfkrafttest.

4.3 Praktische Relevanz

Bisher haben die einzelnen Regionen bei Swiss Golf sehr individuell im Bereich Athletik gearbeitet. Mit der Erstellung dieser Testbatterie und der Durchführung der Trainingsinterventionen konnte aufgezeigt werden, was für Verbesserungen in drei Monaten möglich sind. Aufgrund der Trainingsinterventionen wurde die Zusammenarbeit der verschiedenen Athletiktrainer:innen intensiviert, ein gemeinsamer Nenner wurde so geschaffen. Nun haben wir die Daten der National Talents und National Team Mitglieder von Swiss Golf erfasst und konnten ihre Leistung aufgrund der Trainingsintervention steigern. Diese Daten und die Verbesserungen in der ersten Trainingsinterventionen können nun immer wieder herangezogen werden. Das Ziel ist es, Jahr für Jahr weitere Fortschritte zu erzielen und sich stetig in der Vorgehensweise sowie Durchführung der Erhebung der Tests zu verbessern. Alle Athlet:innen wissen nun, wo sie im athletischen Bereich stehen und die Trainer:innen wissen, was für Fortschritte möglich sind. Die Ergebnisse werden also in der täglichen Arbeit der verschiedenen Trainer:innen integriert. Aufgrund der Tests haben wir auch gesehen, wo die meisten Athlet:innen noch Defizite haben. Dies haben wir auch an die jeweiligen Trainer:innen weitergeleitet und sie können nun diese Defizite schon früher angehen. Die Entwicklung dieser Testbatterie und die Trainingsintervention haben einige neue Prozesse im Bereich des athletischen Trainings von Swiss Golf in Gang gesetzt, welche uns in Zukunft helfen werden die Athlet:innen in ihrer athletischen Entwicklung besser unterstützen zu können. Ein weiteres Ziel ist es, dass gesamtschweizerisch die Trainer:innen im athletischen Bereich noch detaillierter ausgebildet werden und mit ihren Golfer:innen einheitlich trainieren. Somit soll vermieden werden, dass in den verschiedenen Kader grosse Unterschiede im Athletiktraining entstehen.

4.4 Stärken und Schwächen

Die Limitationen ergaben sich beim Messen des CHS im Post-Test. Es konnten nicht die gleichen Bedingungen wie beim Pre-Test gewährleistet werden. Der Pre-Test wurde in Italien, Bogogno (Golfplatz) in einem Trainingslager gemessen, während der Post-Test in der Schweiz, Ittigen (indoor) stattfand. Die Golfer:innen teilten mit, dass sie indoor nicht maximal gegen den Ball schlagen konnten, da sie sich gehemmt fühlten. Für den nächsten Pre-Post Vergleich werden wir versuchen, identische Bedingungen zu schaffen.

Aufgrund der physischen Voraussetzung der Golferinnen war das Startgewicht bei den 3RM BP immer zu hoch und konnte nicht ideal berechnet werden, da sie nicht in der Lage waren, die fünf Serien à drei Wiederholungen durchzuführen. Die Push-App hat ein minimales Startgewicht vorgegeben, welches nicht für alle Golferinnen machbar war.

Die Tests haben fast alle einen tiefen Variationskoeffizienten (Tabelle 6) und versprechen daher eine hohe Re-Test Reliabilität. Die Tests werden daher auch bei mehreren Messungen genaue Resultate wiedergeben, womit eine Trainingsverbesserung korrekt interpretiert werden kann. Die Rumpfkraftausdauer tests haben gemäss Swiss Olympic die unten angegebenen Messfehler. Diese Tests müssten eventuell überdenkt werden, da bei einem Messfehler von ca. 10% eine Trainingsverbesserung von bis zu ca. 20% aufgrund des Messfehlers herzuleiten sein könnte. Miteinbezug der Resultate der Korrelationen der gesamten Gruppe (Abbildung 7) zeigen diese drei Tests keine Signifikanz zum CHS.

Die Resultate zeigen fünf starke und hochsignifikante Korrelationen zum CHS (Abbildung 8-10), von denen sich zwei signifikant zum Pre-Test verbessert haben (Abbildung 4 + 6). Daraus lässt sich schliessen, dass sich die fünf Tests der physischen Parameter (Schnell-, Explosiv- und Maximalkraft) bewähren und sinnvoll sind.

Die Trainingsinterventionen waren für zwei Leistungsniveaus bestimmt. Ein potentieller Verbesserungspunkt ist die Individualisierung der Trainingsintervention für die einzelnen Golfer:innen, so dass noch gezielter gearbeitet werden kann. Die Elite-Golfer:innen trainieren jeweils in ihren Regionen verteilt in der Schweiz. Jede Region hat eine:n Athletiktrainer:in, welche:r die Einheiten plant, führt und überwacht. Nach der Evaluation unserer Studie gemeinsam mit Swiss Golf ist für die Zukunft angedacht, dass dies unabhängig der Region noch einheitlicher wird. Das Trainingsmonitoring und Controlling sollen intensiviert und vereinheitlicht werden, so dass keine Lücken im Informationsaustausch entstehen.

Die zweite Phase der Intervention (IK + Kontrastmethode) erforderte eine Infrastruktur, auf welche einige Athlet:innen nicht zugreifen konnten. Somit passen wir (Verantwortlicher für Athletik Swiss Golf und Autor) in Zukunft die Interventionen so an, dass jede:r diese ortsunabhängig in einem normalausgestatteten Kraftraum durchführen kann.

Es wurden keinerlei Verletzungen während der ganzen Periode registriert, was ein wichtiger Punkt ist und für die den Workload spricht.

4.5 Änderungspotential Testbatterie

Wie bereits erwähnt, müssen die drei Rumpfkrafttest sicherlich für ein weiteres Testing überarbeitet, respektive angepasst werden. Wie Vasudevan et al. (2016) in ihrer Studie zeigen, gibt es spannende Interventionsmöglichkeiten für den Rumpf, welche in Zusammenhang mit Golf gebracht werden können. Die Ergebnisse ihrer Studie sprechen für die Durchführung einer grösseren Studie mit dieser Methode, um festzustellen, inwieweit die ausgewählten Übungen für den Einsatz im Golfsport geeignet sind.

Es stellt sich die Frage, ob es notwendig ist, dass der CMJ und der SJ getestet werden. Die Resultate zeigen, dass sich beide Tests hochsignifikant zum CHS verhalten. Bei unserer Studie war der technische Aspekt beim Durchführen des CMJ für die Golfer:innen schwierig. Der Range of Motion sowie der Dehnungsverkürzungszyklus waren nicht immer gleich. Es sollte im Kniegelenk ein Winkel von 90 Grad beim Umkehrpunkt bestehen. Der Dehnungsverkürzungszyklus sollte so schnell wie möglich sein. Aufgrund der hohen Signifikanz beider Tests könnte argumentiert werden, dass der CMJ aufgrund seiner dynamischer Bewegungsform mehr dem Golfschwung entspricht und aufgrund dessen ausgewählt werden kann.

Bei der Erfassung des 3RM beim BS war die Bedingung, dass die Golfer:innen in einen 90-Grad-Winkel im Kniegelenk gelangen sollen. Wie sich herausstellte, gelang das nicht allen und es wurde ein akustisches Feedback gegeben, wenn sie tiefer oder höher gehen sollten. Vor allem gegen Ende der Messung durch die Ermüdung gelangten sie nicht mehr in die gewünschte Tiefe. So waren die Bewegungsausführungen nicht immer identisch und der Weg der Kraftentwicklung variierte stark, was die Daten beeinflusst. Das spricht für eine Anpassung des Tests. Einerseits könnte ein Gelenkwinkel am Knie befestigt werden, um die individuellen Range of Motion auf immer 90 Grad zu definieren. Andererseits könnte eine Box oder Bank als Referenzpunkt (Umkehrpunkt) platziert werden, wo sie immer kurz berühren müssen, damit die gewünschte Tiefe erreicht wird.

Beim Messen des CHS sehen Swiss Golf und der Autor vor, dass dies zukünftig auf einer Kraftmessplatte vorgenommen wird. Das gibt Aufschluss darüber, ob die Golfer:innen die Kraft auf die Platte und vor allem zum richtigen Zeitpunkt bringen. Dies kann zusätzlich ein Indikator sein, dass das Timing ebenfalls verbessert werden muss.

4.6 Änderungspotential Trainingsintervention

Es macht es Sinn, die Trainingsinterventionen noch individueller zu gestalten. Mithilfe dieser ersten Auswertung kann noch individueller und gezielter an den Defiziten gearbeitet werden. Gleichzeitig werden vermehrt Golfschwünge im athletischen Training eingebaut, dies soll dabei helfen, die koordinative Komponente des Golfschwungs auch während der Winterzeit besser aufrechterhalten zu können.

5 Schlussfolgerung

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass die drei Rumpfkrafttests keinen Einfluss auf den CHS haben und für zukünftige Messungen kritisch hinterfragt werden müssten. Für die physischen Parameter der anderen Tests (SJ, CMJ, RMBT, 3RM BS & BP) konnten starke Korrelationen bewiesen werden. Es macht Sinn, in diese weiterhin zu investieren und das Training dementsprechend zu planen, damit diese physischen Parameter stetig verbessert werden.

In Bezug auf die prozentuale Veränderung der Leistung vom Pre- zum Post-Test kann folgende Erkenntnis festgestellt werden: Die physischen Parameter haben sich positiv (ausgenommen Rumpf dorsal) durch das Training verbessert. Aus diesen prozentualen Veränderungen der ganzen Untersuchungsgruppe ($n = 34$) konnten zwei (BS und SJ) signifikante nachgewiesen werden. Die Frauen haben sich überall signifikant verbessert, was zeigt, dass sie physisch noch viel Potential aufweisen.

Das Widerstandstraining hat sich positiv auf die physischen Parameter verhalten. Durch diese Studie kann gezeigt werden, dass die Frauen untrainiert sind und grosses Entwicklungspotential im physischen Aspekt aufweisen. Durch die Erkenntnis, dass die physischen Parameter einen hohen Einfluss auf den CHS haben, sollte im Golfsport gezielt in die Physis investiert werden.

Die vorliegende Studie konnte keinen signifikanten Anstieg des CHS durch die Trainingsintervention nachweisen.

Ausblick für zukünftige Studien:

Der erstellte Datensatz bietet weiterführende Möglichkeiten die Testbatterie noch besser anzupassen. Unter anderem der Zeitpunkt der Erfassung von Pre- und Post- Test kann optimiert werden. Dies wäre spannend zu erforschen, ob der Zeitpunkt der Messung – ob vor, während oder nach der Saison - einen Einfluss auf den CHS hat und folglich die Trainingsintervention über den Winter (Off-Season) dementsprechend zu gestalten ist. Die Korrelationen zeigen, dass sich die Tests gut eignen und sie bestätigen den Zusammenhang von den physischen Parameter zum CHS. Sinnvoll wäre ebenfalls die Erfassung der Kraftverteilung mithilfe von Kraftmessplatten während des Golfschlags. So können gezielte Aussagen gemacht werden, ob die Athlet:innen die produzierte Kraft zum richtigen Zeitpunkt einsetzen.

Literatur

- Álvarez, M., Sedano, S., Cuadrado, G., & Redondo, J. C. (2012). Effects of an 18-Week Strength Training Program on Low-Handicap Golfers' Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 1110–1121.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822dfa7d>
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical Methods For Assessing Measurement Error (Reliability) in Variables Relevant to Sports Medicine: *Sports Medicine*, 26(4), 217–238. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826040-00002>
- Behm, D. G., Anderson, K., & Curnew, R. S. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(3), 416–422.
- Bosco, C., & KOMI, P. V. (1979). Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching. *Acta Physiologica Scandinavica*, 106(4), 467–472.
- Burden, M. A., Grimshaw, P. N., & Wallace, E. S. (1998). Hip and shoulder rotations during the golf swing of sub-10 handicap players. *Journal of sports sciences*, 16(2), 165–176.
- Callaway, S., Glaws, K., Mitchell, M., Scerbo, H., Voight, M., & Sells, P. (2012). An Analysis Of Peak Pelvis Rotation Speed, Gluteus Maximus And Medius Strength In High Versus Low Handicap Golfers During The Golf Swing. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(3), 288–295.
- Chu, D. A. (1996). *Explosive Power and Strength: Complex Results, Human Kinetics*. Champaign.
- Cohen, J. (1969). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. New York: Academic Press.

- Cohen, J. (1988). The effect size. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 77–83.
- Doan, B. K., Newton, R. U., Kwon, Y., & Kraemer, W. J. (2006). Effects of physical conditioning on intercollegiate golfer performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 62.
- Faigenbaum, A. D., & Westcott, W. L. (2000). *Strength & power for young athletes*. Human Kinetics 1.
- Fletcher, I. M., & Hartwell, M. (2004). Effect of an 8-week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *Journal of strength and conditioning research*, 18(1), 59–62. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)018<0059:eoawcw>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)018<0059:eoawcw>2.0.co;2)
- Fradkin, A. J., Sherman, C. A., & Finch, C. F. (2004). How well does club head speed correlate with golf handicaps? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(4), 465–472. [https://doi.org/10.1016/s1440-2440\(04\)80265-2](https://doi.org/10.1016/s1440-2440(04)80265-2)
- Gibala, M. J., MacDougall, J. D., Tarnopolsky, M. A., Stauber, W. T., & Elorriaga, A. (1995). Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 78(2), 702–708.
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational researcher*, 5(10), 3–8.
- Healy, A., Moran, K. A., Dickson, J., Hurley, C., Smeaton, A. F., O'Connor, N. E., Kelly, P., Haahr, M., & Chockalingam, N. (2011). Analysis of the 5 iron golf swing when hitting for maximum distance. *Journal of Sports Sciences*, 29(10), 1079–1088. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.576693>
- Hetu, F. E., Christie, C. A., & Faigenbaum, A. D. (1998). Effects of conditioning on physical fitness and club head speed in mature golfers. *Perceptual and motor skills*, 86(3), 811–815.

- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*, 41(1), 3.
- Hume, P. A., Keogh, J., & Reid, D. (2005). The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. *Sports medicine*, 35(5), 429-449.
- Jobe, F. W., Moynes, D. R., & Antonelli, D. J. (1986). Rotator cuff function during a golf swing. *The American Journal of Sports Medicine*, 14(5), 388–392.
- Jobe, F. W., Perry, J., & Pink, M. (1989). Electromyographic shoulder activity in men and women professional golfers. *The American Journal of Sports Medicine*, 17(6), 782–787.
- Jones, D. (1999). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation flexibility training on the clubhead speed of recreational golfers. *Science and golf III: proceedings of the 1998 World Scientific Congress of Golf*, 46–50.
- Leach, R. J., Forrester, S., Mears, A., & Roberts, J. (2017). *How valid and accurate are measurements of golf impact parameters obtained using commercially available radar and stereoscopic optical launch monitors?* <https://doi.org/10.1016/j.measure-ment.2017.08.009>]
- Lennon, H. M. (1998). Physiological profiling and physical conditioning for elite golfers. *Science and Golf III, proceedings from the 1998 world scientific congress of golf*, 58–64.
- Lephart, S. M., Smoliga, J. M., Myers, J. B., Sell, T. C., & Tsai, Y.-S. (2007). An eight-week golf-specific exercise program improves physical characteristics, swing mechanics, and golf performance in recreational golfers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 860–869. <https://doi.org/10.1519/R-20606.1>

- Lindsay, D. M., Horton, J. F., & Vandervoort, A. A. (2000). A review of injury characteristics, aging factors and prevention programmes for the older golfer. *Sports Medicine*, 30(2), 89–103.
- Lyttle, A. D., Wilson, G. J., & Ostrowski, K. J. (1996). Enhancing performance: Maximal power versus combined weights and plyometrics training. *Journal of strength and conditioning research*, 10, 173–179.
- Maddalozzo, G. J. (1987). Sports Performance Series: An anatomical and biomechanical analysis of the full golf swing. *Strength & Conditioning Journal*, 9(4), 6–9.
- Maier, T., Gross, M., Trösch, S., Steiner, T., Müller, B., Bourban, P., Schärer, C., Hübner, K., Wehrlin, J., Tschopp, M., Wilhelm, M., Clénin, G. E., Züst, P., & Seidel, R. (2016). *Manual Leistungsdiagnostik*.
- McHardy, A., Pollard, H., & Luo, K. (2006). Golf injuries: A review of the literature. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(2), 171–187. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636020-00006>
- Melnick, M. E. (1996). *Neuromechanical Basis of Kinesiology*, ed 2. Enoka RM. Champaign, IL, Human Kinetics, 1994, cloth, 466pp, illus, \$49.00. *Journal of Physical Therapy Education*, 10(2), 98.
- Milburn, P. D. (1982). Summation of segmental velocities in the golf swing. *Medicine and science in sports and exercise*, 14(1), 60–64.
- Morrison, S. D., & Chaconas, E. J. (2014). Power Development for Golf. *Strength & Conditioning Journal*, 36(4), 43–48. <https://doi.org/10.1519/SSC.00000000000000066>
- Newton, R. U., Kraemer, W. J., Häkkinen, K., Humphries, B. J., & Murphy, A. J. (1996). Kinematics, kinetics, and muscle activation during explosive upper body movements. *Journal of applied biomechanics*, 12(1), 31–43.

- Oranchuk, D. J., Mannerberg, J. M., Robinson, T. L., & Nelson, M. C. (2020). Eight weeks of strength and power training improves club head speed in collegiate golfers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(8), 2205–2213.
- Parker, J., Lagerhem, C., Hellström, J., & Olsson, M. C. (2017). Effects of nine weeks isokinetic training on power, golf kinematics, and driver performance in pre-elite golfers. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9, 21.
<https://doi.org/10.1186/s13102-017-0086-9>
- Pink, M., Jobe, F. W., & Perry, J. (1990). Electromyographic analysis of the shoulder during the golf swing. *The American Journal of Sports Medicine*, 18(2), 137–140.
- Pink, M., Perry, J., & Jobe, F. W. (1993). Electromyographic analysis of the trunk in golfers. *The american journal of sports medicine*, 21(3), 385–388.
- Potteiger, J. A., Lockwood, R. H., Haub, M. D., Dolezal, B. A., Almuzaini, K. S., Schroeder, J. M., & Zebas, C. J. (1999). Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *Journal of strength and conditioning research*, 13, 275–279.
- Read, P. J., Lloyd, R. S., Croix, M. D. S., & Oliver, J. L. (2013). Relationships between field-based measures of strength and power and golf club head speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2708–2713.
- Sailors, M. (1998). Weight training of the thigh muscles using closed vs open kinetic chain exercises: A comparison of.. *Physical Therapy*, 78(7), 786–786.
- Smith, C. J., Callister, R., & Lubans, D. R. (2011). A systematic review of strength and conditioning programmes designed to improve fitness characteristics in golfers. *Journal of sports sciences*, 29(9), 933–943.
- Smith, M. F. (2010). The Role of Physiology in the Development of Golf Performance. *Sports Medicine*, 40(8), 635–655. <https://doi.org/10.2165/11532920-000000000-00000>

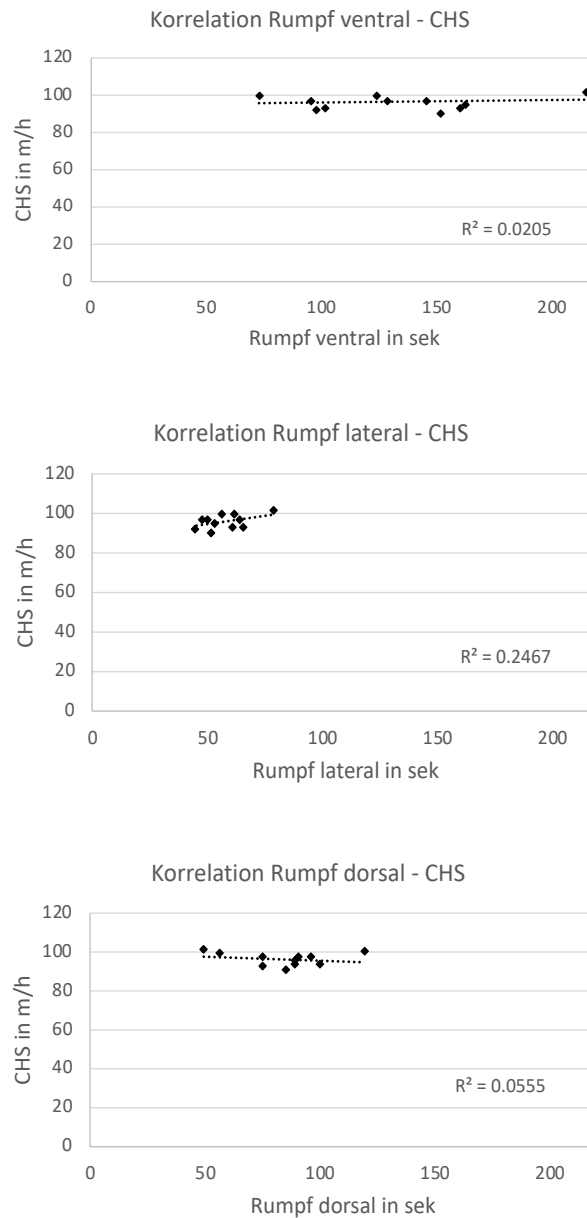
- Stern, L. (1958). How Frank Stranahan Trains for Golf. *Strength and Health* (April, 1958), 26ff.
- Thompson, C. (2012). Effect of muscle strength and flexibility on club-head. *Science and golf IV*, Eric, T, ed. Abingdon: Routledge, 35–44.
- Thompson, C. J., Cobb, K. M., & Blackwell, J. (2007). Functional training improves club head speed and functional fitness in older golfers. *The journal of strength & conditioning research*, 21(1), 131–137.
- Thompson, C. J., & Osness, W. H. (2004). Effects of an 8-week multimodal exercise program on strength, flexibility, and golf performance in 55-to 79-year-old men. *Journal of aging and physical activity*, 12(2), 144–156.
- Treiber, F. A., Lott, J., Duncan, J., Slavens, G., & Davis, H. (1998). Effects of Theraband and lightweight dumbbell training on shoulder rotation torque and serve performance in college tennis players. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(4), 510–515.
- Vasudevan, J. M., Logan, A., Shultz, R., Koval, J. J., Roh, E. Y., & Fredericson, M. (2016). Comparison of Muscle Onset Activation Sequences between a Golf or Tennis Swing and Common Training Exercises Using Surface Electromyography: A Pilot Study. *Journal of Sports Medicine*, 2016.
- Wallace, E. S., Otto, S. R., & Nevill, A. (2007). Ball launch conditions for skilled golfers using drivers of different lengths in an indoor testing facility. *Journal of Sports Sciences*, 25(7), 731-737.
- Watkins, R. G., Uppal, G. S., Perry, J., Pink, M., & Dinsay, J. M. (1996). Dynamic electromyographic analysis of trunk musculature in professional golfers. *The American journal of sports medicine*, 24(4), 535–538.
- Wells, G. D., Elmi, M., & Thomas, S. (2009). Physiological Correlates of Golf Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 741–750.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a07970>

- Wells, J. E., Mitchell, A. C., Charalambous, L. H., & Fletcher, I. M. (2022). Relationships between highly skilled golfers' clubhead velocity and kinetic variables during a countermovement jump. *Sports Biomechanics*, 1-13.
- Westcott, W. L., Dolan, F., & Cavicchi, T. (1996). Golf and strength training are compatible activities. *Strength & Conditioning Journal*, 18(4), 54–56.
- Wilk, K. E., & Voight, M. L. (1993). *The athletic shoulder*. New York: Churchill Livingstone.
- Yeung, S. S., & Ng, G. Y. (2000). Effects of squat lift training and free weight muscle training on maximum lifting load and isokinetic peak torque of young adults without impairments. *Physical therapy*, 80(6), 570–577.
- Zatsiorsky, V. M. (1995). *Science and Practice of Strength Training*. Champaign, Ill.

Anhang

Abbildung 11

Korrelation Frauen Rumpfkrafttest und CHS (Clubheadspeed)



Anmerkung. Korrelation der drei Rumpfkrafttest zum CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 11$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für die drei Tests:

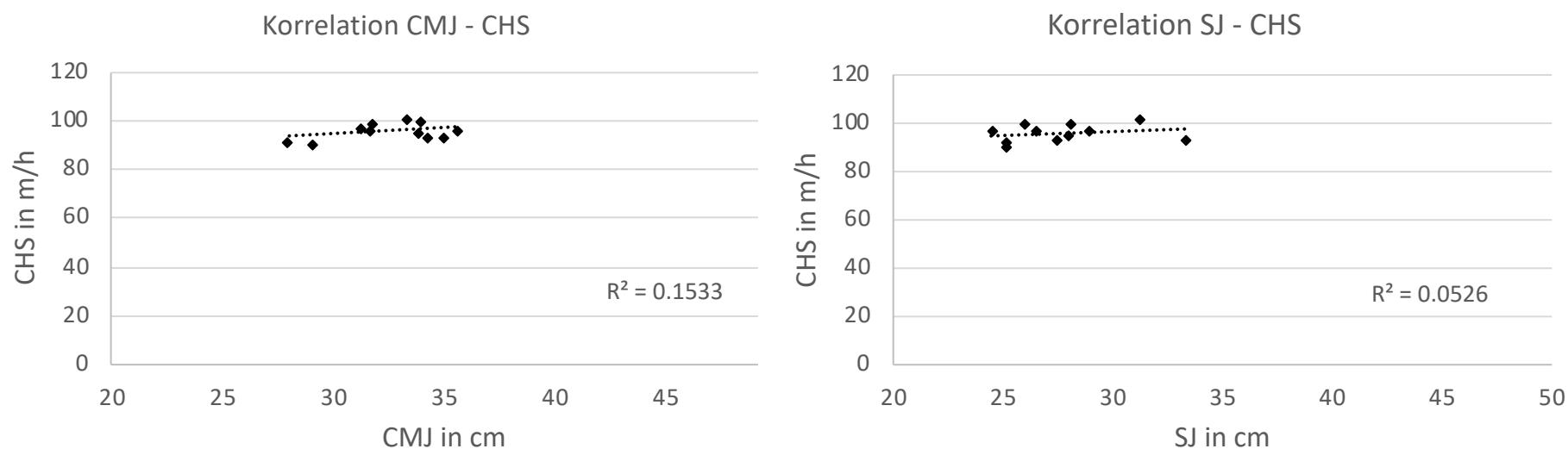
ventral: $r = 0.14$; $p = 0.675$

lateral: $r = 0.50$; $p = 0.120$

dorsal: $r = -0.24$; $p = 0.486$

Abbildung 12

Korrelation Frauen Sprünge und CHS (Clubheadspeed)



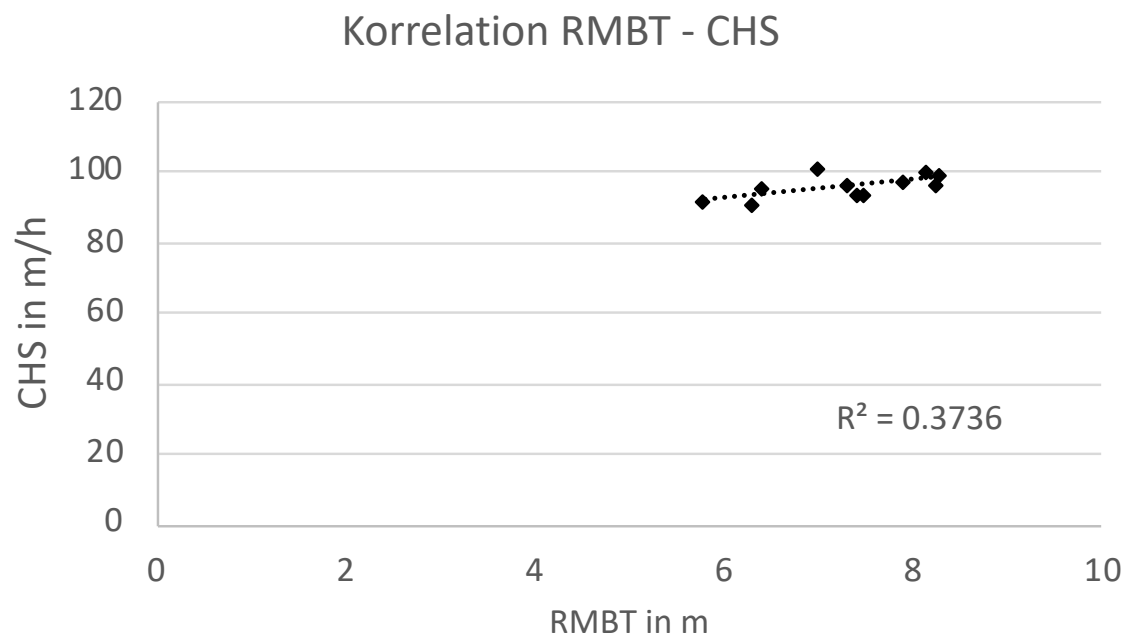
Anmerkung. Korrelation der beiden Sprungtests zum CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 11$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für die zwei Tests:

CMJ (Countermovementjump): $r = 0.39$; $p = 0.234$

SJ (Squatjump): $r = 0.23$; $p = 0.498$

Abbildung 13

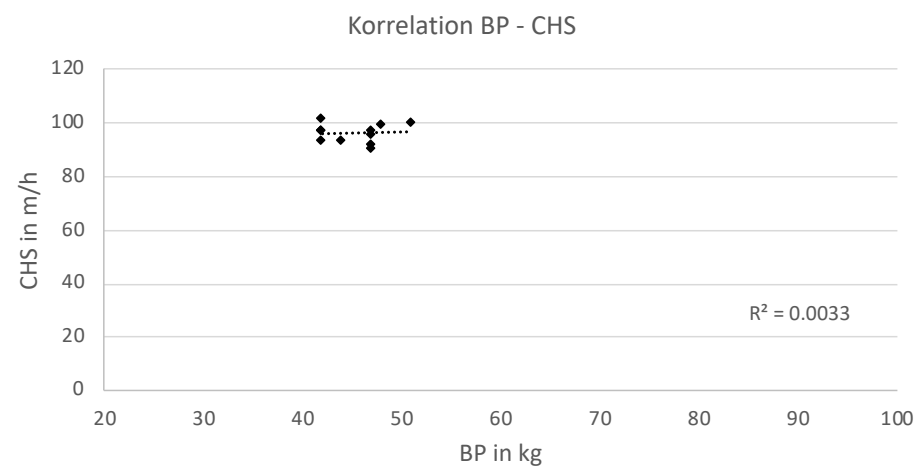
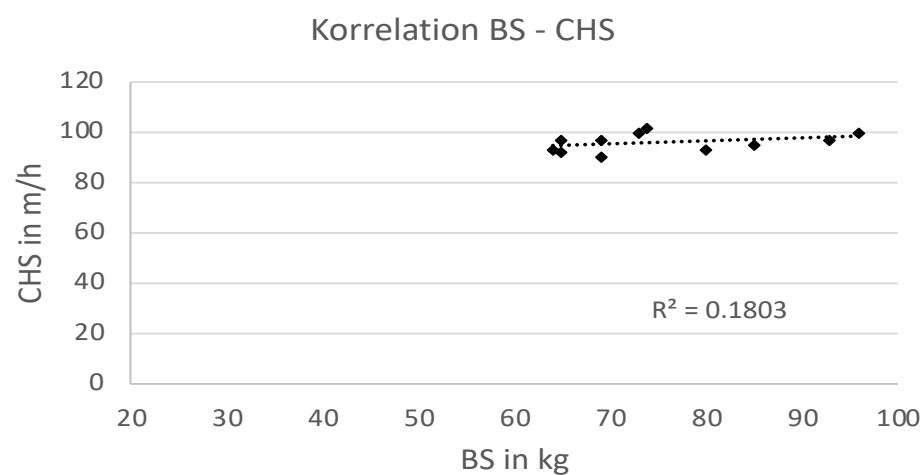
Korrelation Frauen RMBT (Rotational Medball Throw) und CHS (Clubheadspeed)



Anmerkung. Korrelation RMBT und CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 11$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für den Tests $r = 0.61$; $p = 0.046$

Abbildung 14

Korrelation Frauen 3RM (3 Repetition Maximum) und CHS (Clubheadspeed)



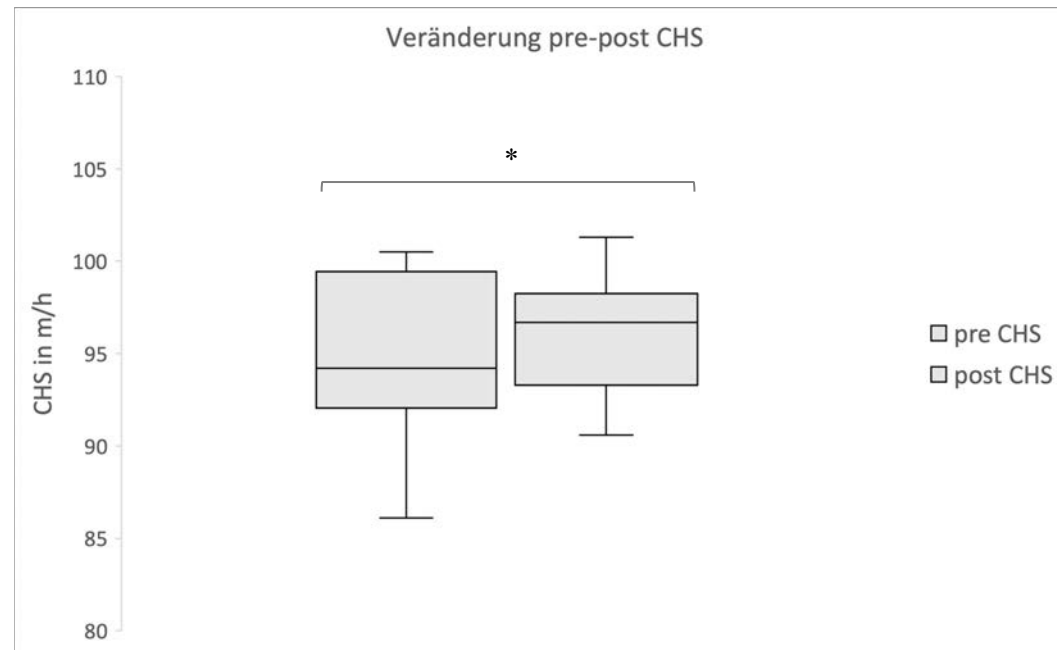
Anmerkung. Korrelation der beiden Maximalkrafttest zum CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 11$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für die zwei Tests:

BS (Backsquat): $r = 0.42$; $p = 0.193$

BP (Benchpress): $r = 0.06$; $p = 0.868$

Abbildung 15

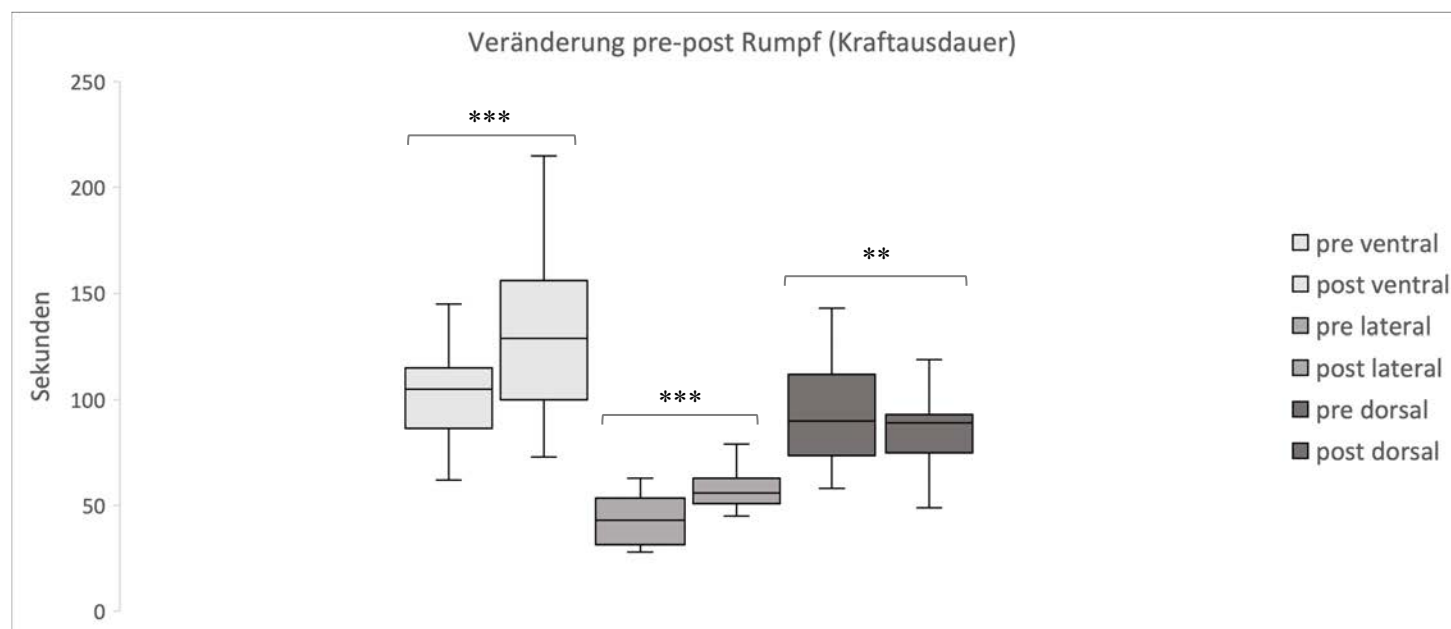
Veränderung Frauen des CHS (Clubheadspeed) durch das Training



Anmerkung. Veränderung des CHS nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 11$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Signifikanzen sind jeweils mit * ($p < 0.05$) gekennzeichnet. Verbesserung des CHS 1.3 m/h, resp. 1%; $p = 0.035$

Abbildung 16

Veränderung Frauen der Zeit im Rumpfkrafttest durch das Training



Anmerkung. Veränderung der drei Rumpfkrafttest nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 11$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Signifikanzen sind jeweils mit ** ($p < 0.01$) und *** ($p < 0.001$) gekennzeichnet.

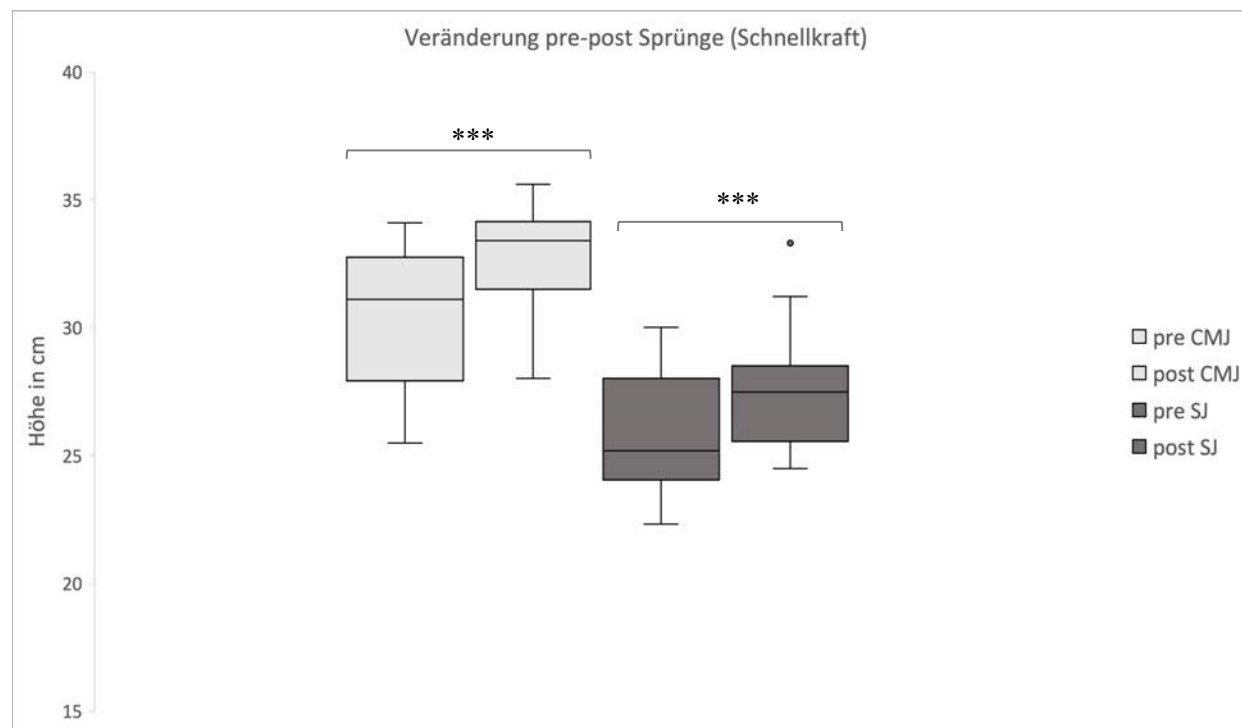
ventral: Verbesserung 29 sek, resp. 28%; $p < 0.001$

lateral: Verbesserung 15 sek, resp. 34%; $p < 0.001$

dorsal: Verschlechterung 10 sek, resp. 10%; $p = 0.007$

Abbildung 17

Veränderung Frauen der Sprunghöhe durch das Training



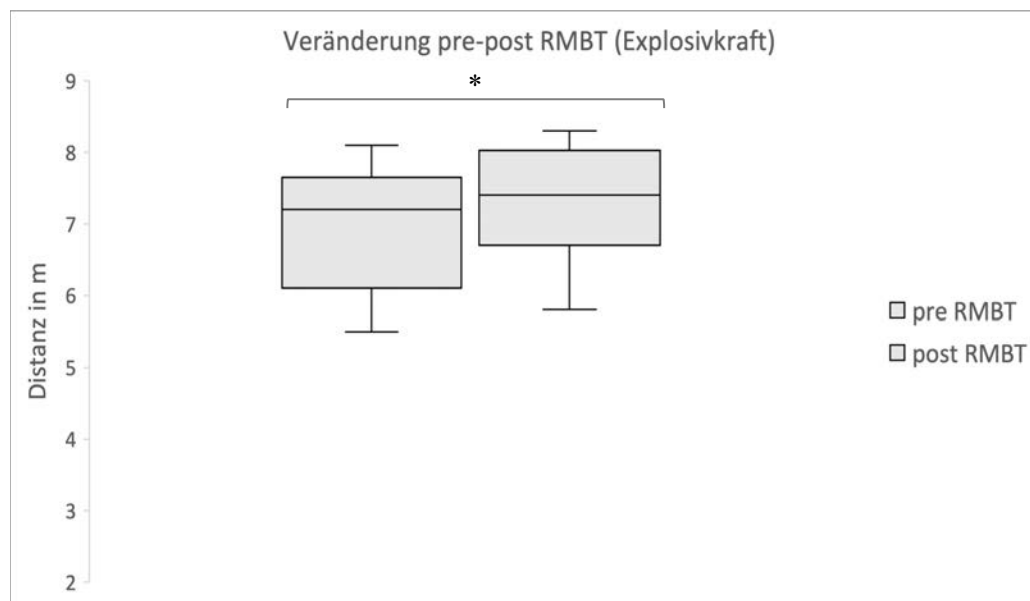
Anmerkung. Veränderung der beiden Sprungtests nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 11$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Ausreisser sind jeweils mit ° und Signifikanzen mit *** ($p < 0.001$) gekennzeichnet.

CMJ (Countermovementjump): Verbesserung 2.1 cm, resp. 7%; $p < 0.001$

SJ (Squatjump): Verbesserung 1.9 cm, resp. 7%; $p < 0.001$

Abbildung 18

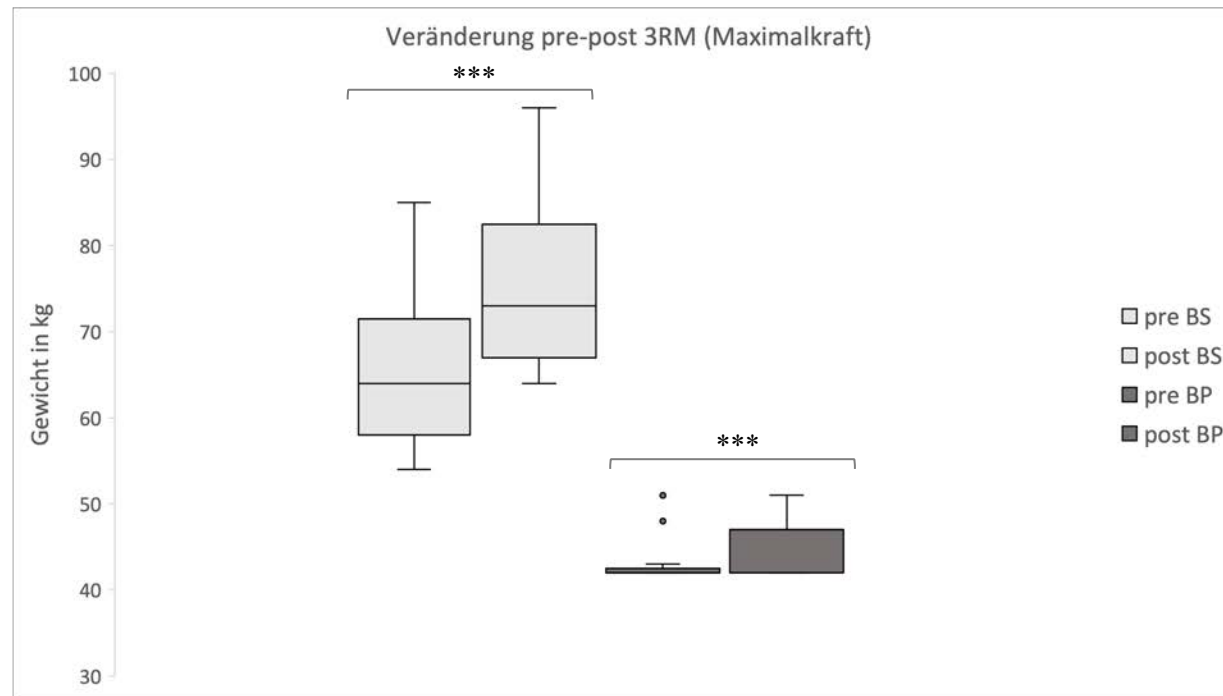
Veränderung Frauen der Distanz durch das Training



Anmerkung. Veränderung der Distanz nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 11$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Signifikanzen sind jeweils mit * ($p < 0.05$) gekennzeichnet. Verbesserung des RMBT (Rotational Medball Throw) 0.4 m, resp. 5%; $p < 0.018$

Abbildung 19

Veränderung Frauen der Maximalkraft in kg durch das Training



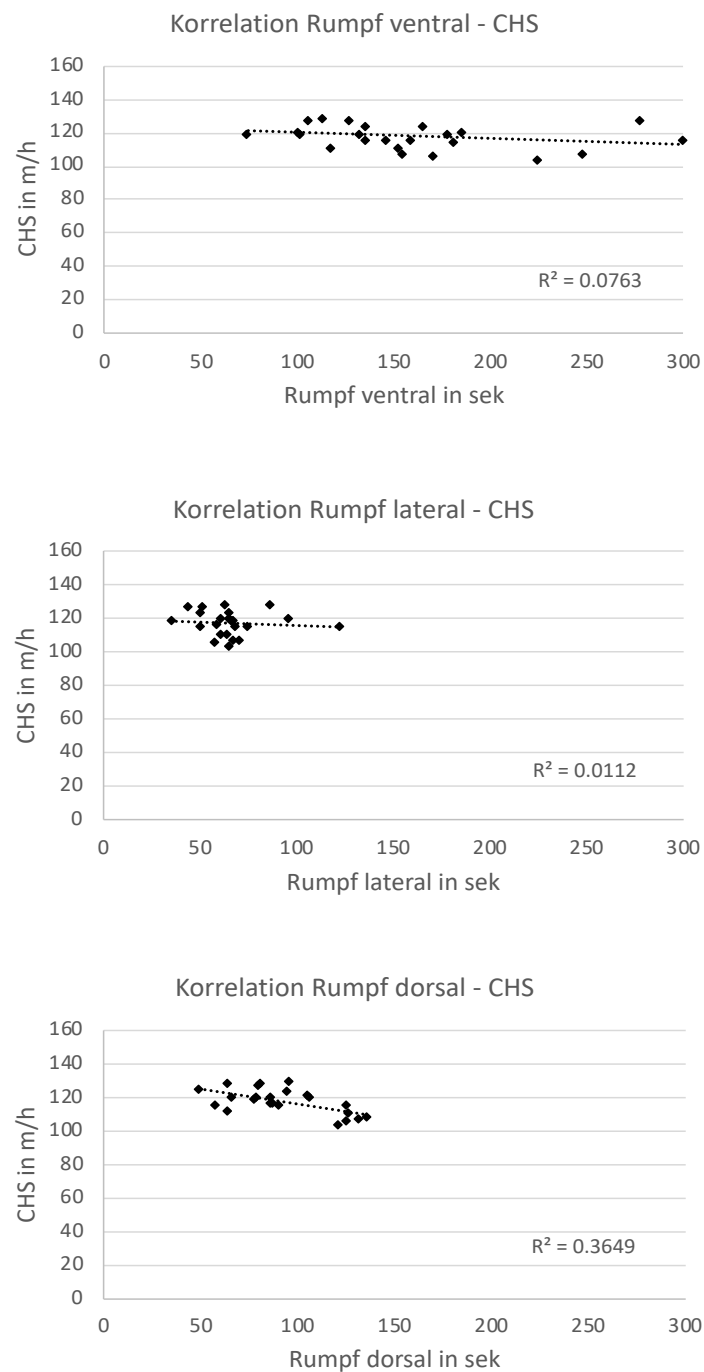
Anmerkung. Veränderung der beiden 3RM nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 11$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Ausreisser sind jeweils mit ° und Signifikanzen mit *** ($p < 0.001$) gekennzeichnet.

BS (Backsquat): Verbesserung 10 kg, resp. 15%; $p < 0.001$

BP (Benchpress): Verbesserung 2 kg, resp. 4%; $p < 0.001$

Abbildung 20

Korrelation Männer Rumpfkrafttest und CHS (Clubheadspeed)



Anmerkung. Korrelation der drei Rumpftest zum CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 23$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für die drei Tests:

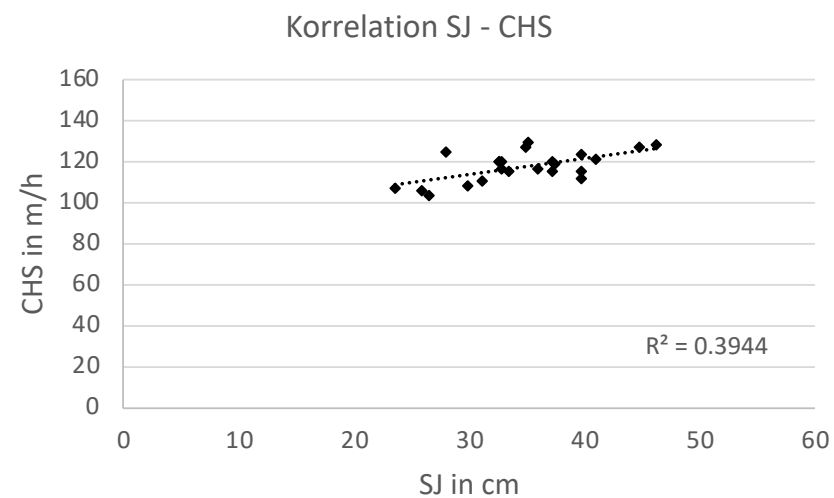
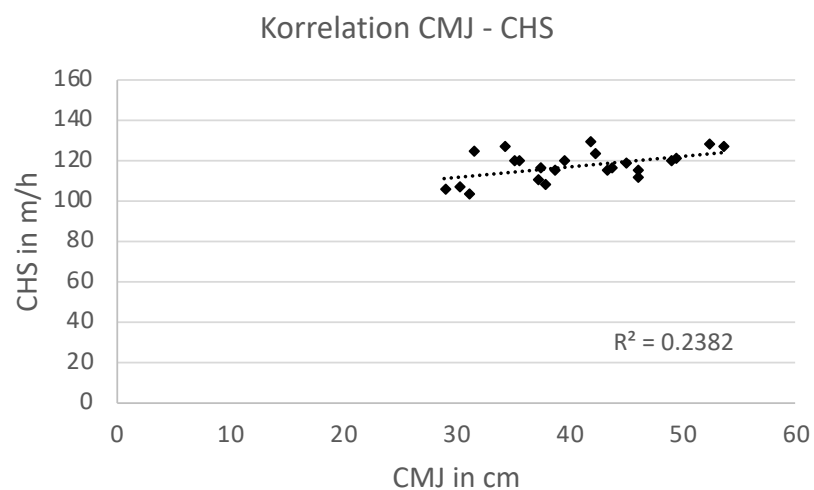
ventral: $r = -0.28$; $p = 0.202$

lateral: $r = -0.11$; $p = 0.631$

dorsal: $r = -0.60$; $p = 0.002$

Abbildung 21

Korrelation Männer Sprünge und CHS (Clubheadspeed)



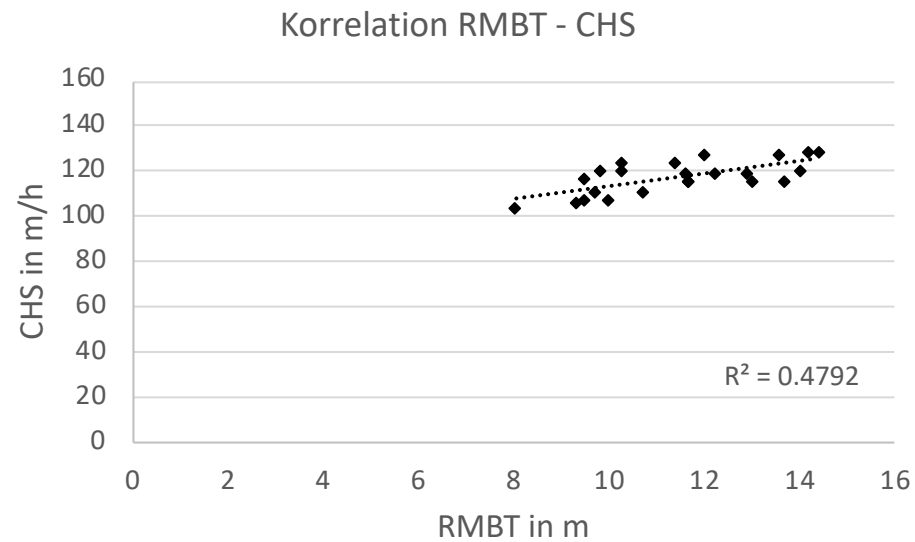
Anmerkung. Korrelation der beiden Sprungtests zum CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 23$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für die zwei Tests:

CMJ (Countermovementjump): $r = 0.49$; $p = 0.018$

SJ (Squatjump): $r = 0.63$; $p < 0.001$

Abbildung 22

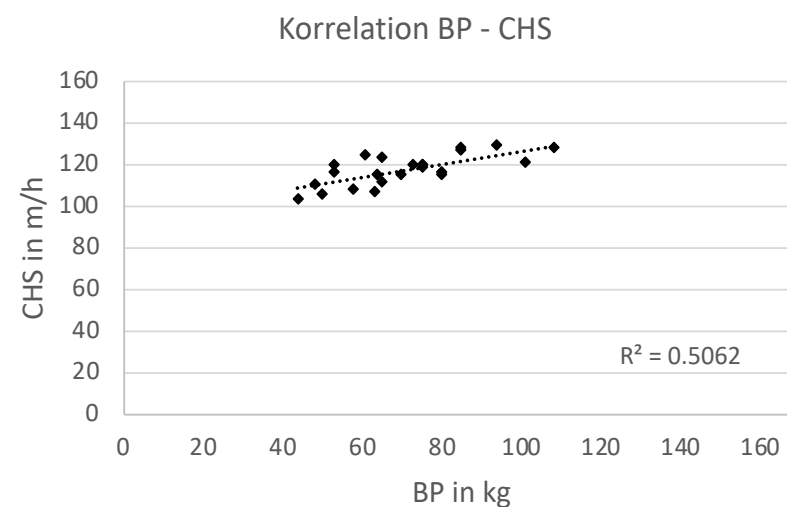
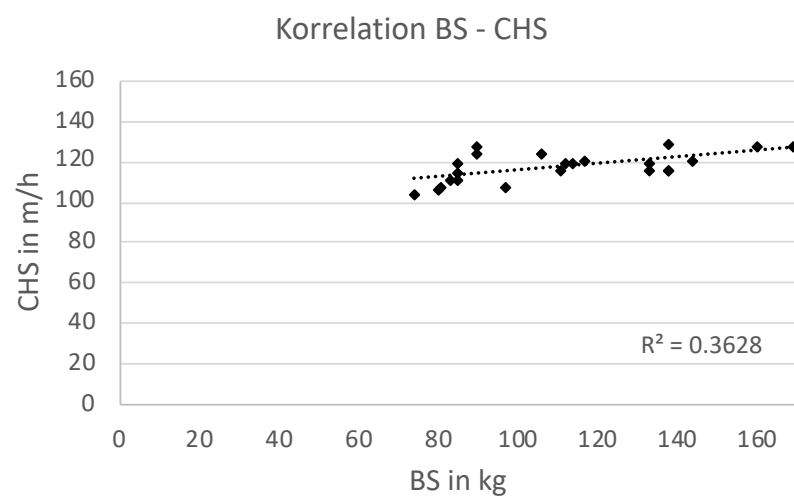
Korrelation Männer RMBT (Rotational Medball Throw) und CHS (Clubheadspeed)



Anmerkung. Korrelation RMBT und CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 11$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für den Tests $r = 0.69$; $p < 0.001$

Abbildung 23

Korrelation Männer 3RM (3 Repetition Maximum) und CHS (Clubheadspeed)



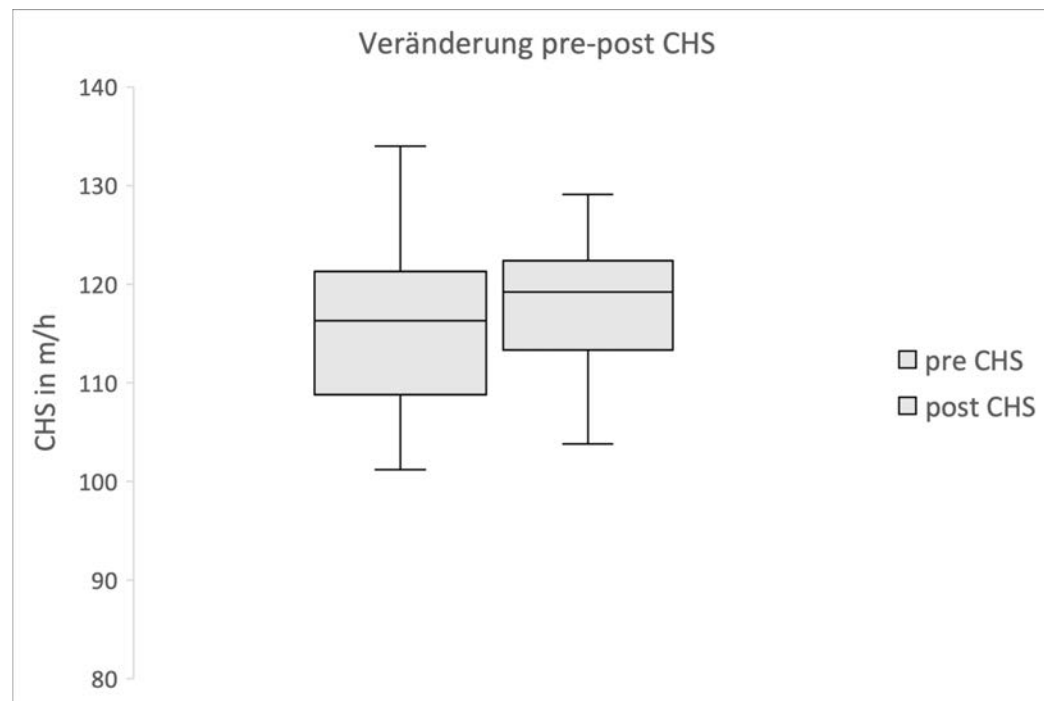
Anmerkung. Korrelation der beiden Maximalkrafttest zum CHS mit Bestimmtheitsgrad in R^2 angegeben ($n = 23$). Korrelationskoeffizient r und Signifikanz p für die zwei Tests:

BS (Backsquat): $r = 0.60$; $p = 0.002$

BP (Benchpress): $r = 0.71$; $p < 0.001$

Abbildung 24

Veränderung Männer des CHS (Clubheadspeed) durch das Training

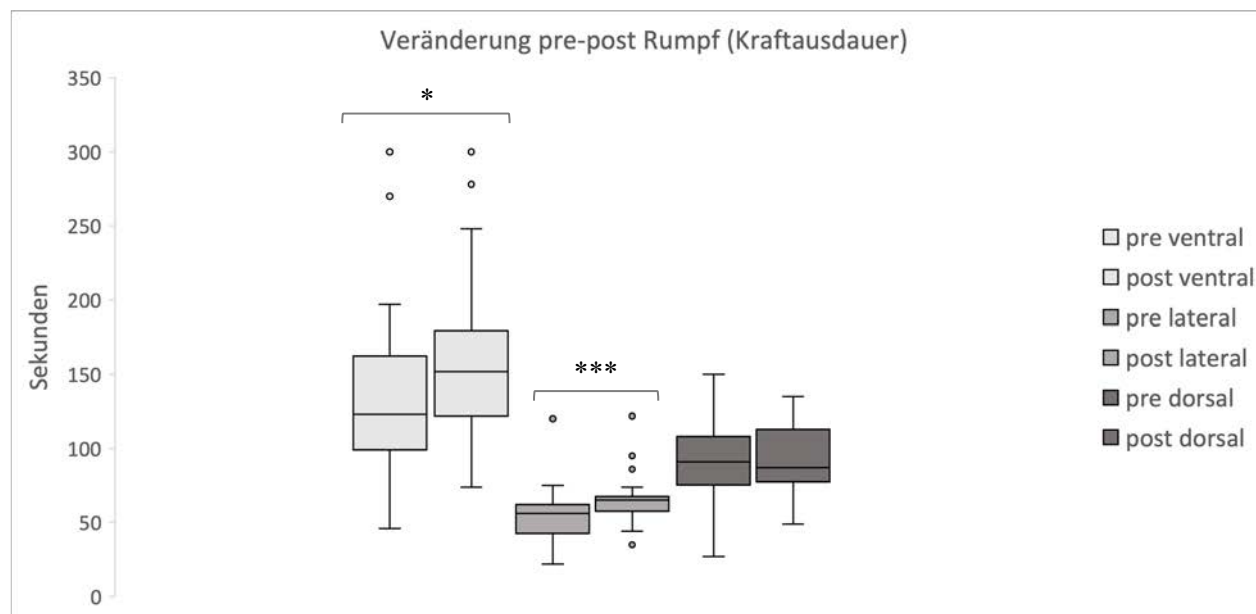


Anmerkung. Veränderung des CHS nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 23$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3.

Verbesserung des CHS 1.6 m/h, resp. 1%; $p = 0.226$

Abbildung 25

Veränderung Männer der Zeit des Rumpfkrafttest durch das Training



Anmerkung. Veränderung der drei Rumpfkrafttest nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 23$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Ausreisser sind jeweils mit ° und Signifikanzen mit * ($p < 0.05$) und *** ($p < 0.001$) gekennzeichnet.

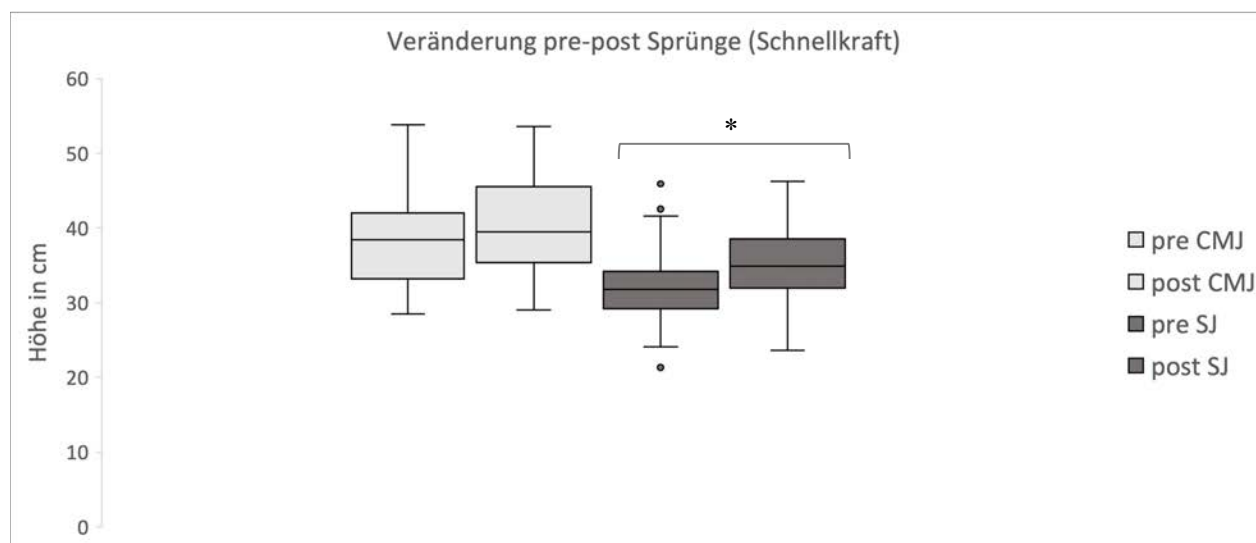
ventral: Verbesserung 25 sek, resp. 18%; $p = 0.017$

lateral: Verbesserung 11 sek, resp. 21%; $p < 0.001$

dorsal: Verschlechterung 1 sek, resp. 1%; $p = 0.827$

Abbildung 26

Veränderung Männer der Sprunghöhe durch das Training



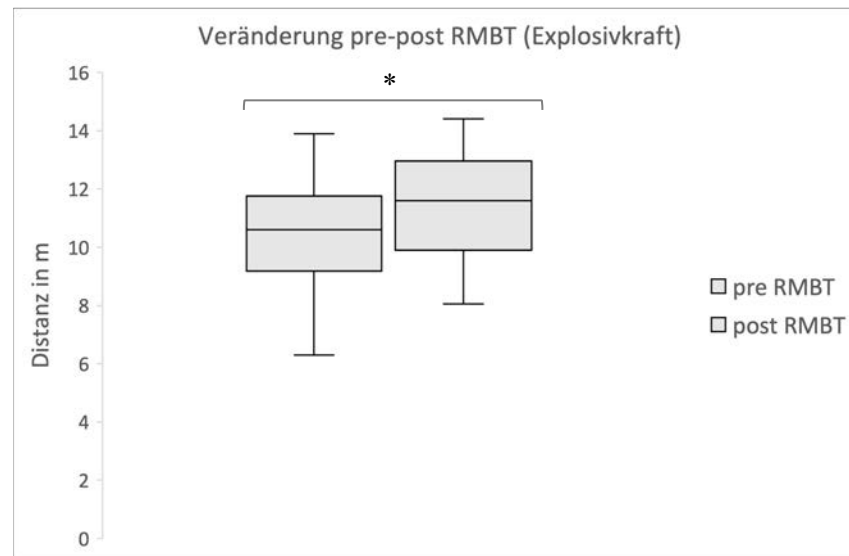
Anmerkung. Veränderung der beiden Sprungtests nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 23$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Ausreisser sind jeweils mit ° und Signifikanzen mit * ($p < 0.05$) gekennzeichnet.

CMJ (Countermovementjump): Verbesserung 1.5 cm, resp. 4%; $p = 0.237$

SJ (Squatjump): Verbesserung 2.3 cm, resp. 7%; $p = 0.029$

Abbildung 27

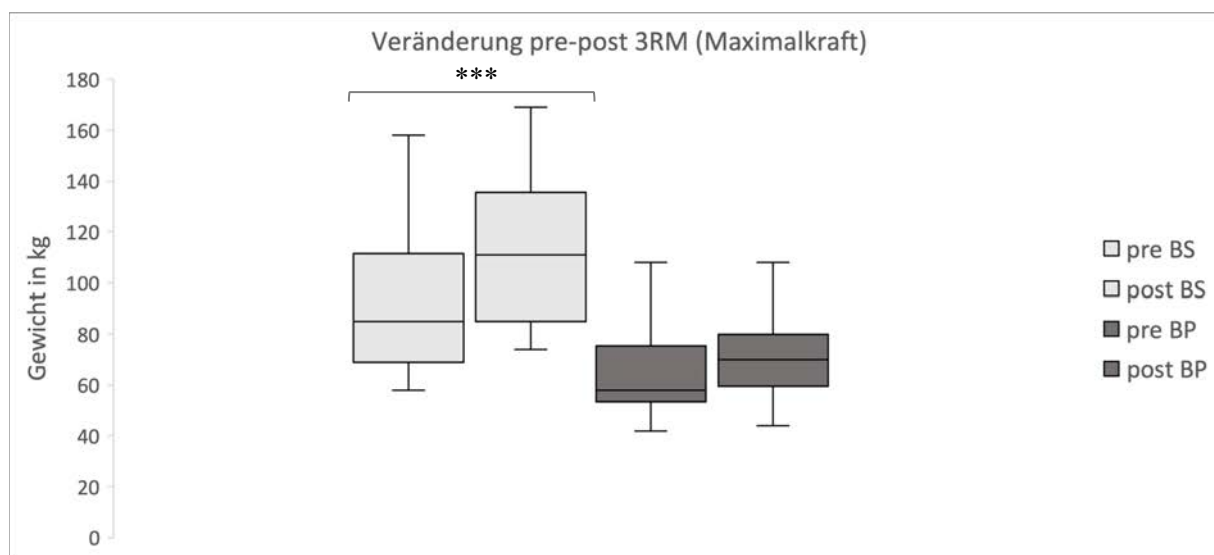
Veränderung Männer der Distanz durch das Training



Anmerkung. Veränderung der Distanz nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 23$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Signifikanzen sind jeweils mit * ($p < 0.05$) gekennzeichnet. Verbesserung des RMBT (Rotational Medball Throw) 0.8 m, resp. 8%; $p = 0.015$

Abbildung 28

Veränderung Männer der Maximalkraft in kg durch das Training



Anmerkung. Veränderung der beiden 3RM nach der Trainingsintervention der Gruppe ($n = 23$). Darstellung als Box-Whisker-Plot mit Q1, Median, Q3. Signifikanzen sind jeweils mit *** ($p < 0.001$) gekennzeichnet.

BS (Backsquat): Verbesserung 18 kg, resp. 20%; $p < 0.001$

BP (Benchpress): Verbesserung 5 kg, resp. 8%; $p = 0.068$

Swiss Golf Athletic Testbatterie

The aim of the testing battery is, to test all the important athletic aspects, which a golfer needs to be good at in order to reach high clubheadspeeds (CHS).

Warm-up

To make sure, that everyone who does the testing has the same chances to perform well, we need to have a standardised warm-up. This has the aim, to get the participant physically ready to give 100% effort in each of the tasks. The participant should start the warm-up 20 minutes before his first test, this will ensure he is still warm, when he starts with the first test.

General warm-up

- Raise the heart rate 30“ on 30“ off rope skipping x3
- 3 x per side Greatest stretch

Muscle activation

- 2 x 10 lunges on each side
- 2 x 5 meter walk out (core)
- 2 x 10 Squats
- 2 x 10 push-ups

Potentiation

- 4 x Squat jump
- 4 x explosive Push-up
- 4 x medicine ball throw each side

Procedure – Sequence

The testing battery involves the following test. Below you can find a brief overview over the whole sequence of the testing battery and what the important point and the approximate time for the tests are.

Test	Test tries	Reps / Set	Rest	Total time	Important points
Core ventral	Getting familiar with position	For time		2-5 min	Set-up after the SO guidelines
Core lateral	Getting familiar with position	For time	5-10min (after core ventral)	1-2 min	Set-up after the SO guidelines
Core dorsal	Getting familiar with position	For time	120 sec min.	1-2 min	Set-up after the SO guidelines
CMJ	3	1 / 3	10-30 sec (after each jump)	+ - 2 min	Arms fixed on the hips
Squat jump	3 - 1 min Rest before test	1 / 3	10-30 sec (after each jump)	+ - 2 min	Knee angle +- 100° as starting point
Rotational MB throw	3 - 1 min Rest before test	1 / 3	10-30 sec (after each throw)	+ - 2 min	Participant must not step over the starting line
Squat	Few reps below the 1 st test weight to familiarise with the movement	3 / 5	90 sec (after each set)	+ - 8 min	Every squat must go down to the depth given by the examiner, participant must give max effort
Bench	Few reps below the 1 st test weight to familiarise with the movement	3 / 5	90 sec (after each set)	+ - 8 min	Every rep must touch the ribs of the participant, no bouncing
Max drives	Warm-up and then 3 drives to get used to hitting maximal	3 / 1	10-30 seconds	+ - 5 min	Max effort for every drive
For the throws, jumps and drives as long as the participant gets better they can continue in the same manner.					

Strength – and power tests

1. Core max capacity test – ventral, dorsal, lateral

1.1. Ventral

This test will assess the cores' strength level in the ventral part of the core. For the test we will follow the Swiss Olympic test protocol, since it has been used and proven to be a valid indicator of the trunk strength in many different sports.

Procedure

Every participant will have the apparatus set-up to their personal anatomy (see set-up and picture). After everything is set up correctly every participant will do about five repetitions to check if everything feels "comfortable". Once the test is started the participant will continue till failure or, when the assessor stops him because of unsound execution.

Set-up

The set-up for this test will look like in the picture below. The participant lies on the ground and sets his body up meeting the criteria below, the participant:

- Touches the "schwedenkasten" with his head
- The upper arms are set-up vertically to the ground and the forearms are placed shoulder with apparat and parallel to each other thumbs point up to the ceiling

Once the participant is set up like this, he then lifts up his hips, till his body forms a straight line from his shoulders to his ankles (see picture) once in this position the apparatus will be placed on his Spinae iliacae posterior superior.

Execution

The participant will lift his feet in a one second count alternately from the ground for about 2-5 cm, with his knees fully extended. This motion will be done as long as possible. The test ends, if the participant can no longer hold contact with the apparatus and has already received two warnings. Warnings for:

- Not keeping up with the "beep"
- Loosing contact with the apparatus
- Loosing set-up posture

Requirements

Time in seconds	Girls/Ladies	Boys/Mens
passed	≥ 96	≥ 108
failed	< 96	< 108



1.2. Lateral

This test will assess the cores' strength level in the lateral part of the core. For the test we will follow the Swiss Olympic test protocol, since it has been used and proven to be a valid indicator of the trunk strength in many different sports.

Procedure

Every participant will have the apparatus set-up to their personal anatomy (see set-up and picture). After everything is set up correctly every participant will do about five repetitions to check if everything feels "comfortable". Once the test is started the participant will continue till failure or, when the assessor stops him because of unsound execution.

Set-up

The set-up for this test will look like in the picture below. The participant lies on the ground and sets his body up meeting the criteria below, the participant:

- Lies on his side (participant chooses which side)
- Has his elbow directly under his shoulder and a few cm from the wall away
- Heels, butt and shoulder blades touch the wall
- Knees fully extended
- The free hand rests on the hip

From this position the participant lifts up his hips, till the body forms a straight line from his feet till the sternum (see picture below). Now the assessor sets the apparatus onto the Trochanter major of the participant.

Execution

The participant will lift his hip till he touches the apparatus and returns to the floor with to opposite side of his hip (without resting on the floor). This whole motion has to be done in a two second count. The test ends, if the participant can no longer hold contact with the apparatus and has already received two warnings. Warnings for:

- Loosing contact with the wall
- Not keeping up with the beep
- Resting on the floor for recovery

Requirements

Time in seconds	Girls/Ladies	Boys/Mens
passed	≥ 52	≥ 60
failed	< 52	< 60



1.3. Dorsal

This test will assess the cores' strength level in the dorsal part of the core. For the test we will follow the Swiss Olympic test protocol, since it has been used and proven to be a valid indicator of the trunk strength in many different sports.

Procedure

Every participant will have the apparatus set-up to their personal anatomy (see set-up and picture below). After everything is set up correctly every participant will do about five repetitions to check if everything feels "comfortable". Once the test is started the participant will continue till failure or, when the assessor stops him because of unsound execution.

Set-up

The set-up for this test will look like in the picture below. A "Schwedenkasten" with four elements will be set up so far away from the wall, that the Spinae iliacae anterior Superior is five cm away from the front edge of the „Schwedenkasten“, while the heels rest firmly on the "Sprossenpolsterung" (see picture). The rung about 8-10 cm higher than the surface of the "Schwedenkasten" will be cushioned with a towel.

- Arms will be crossed in front of the body (hands lie on the clavícula)

From this position the participant lowers his upper body, until it reaches an angle of 30° (measured with a protractor on a flat stick). This will be his lowest point of the motion, the lower apparatus part will be set to his Angulus sterni in this position. To set up the upper part of the apparatus the participant rests with his hand on the fifth element of the "Schwedenkasten" in 0° flexion with his back (flat). In this position the upper part will be set, so it touches the vertebrae slightly.

Execution

The participant moves his upper body up and down between the two contact points. The motion has to be done in a two second count. The test ends, if the participant can no longer do the motion in the two second count and has already received two warnings. Warnings for:

- Not touching the contact points
- Resting on the lower part of the apparatus
- Being too slow (not following the two second count)

Requirements

Time in seconds	Girls/Ladies	Boys/Mens
passed	≥ 90	≥ 82
failed	< 90	< 82



2. Power tests

2.1. Lower body power – Countermovement-jump (CMJ) arms fixed

This test will assess the participants' ability to create power with the lower body. The assessment will be done with the push-band which will record different metrics, such as:

- Jump Height (cm or in) derived from $9.81/8 * \text{FLIGHT TIME}^2$
- Average Jump Velocity (m/s, concentric portion of jump)
- Average Jump Power (W, concentric portion of jump)

Procedure

Every participant will do three CMJ. Before starting the test, each participant will have three jumps to familiarise with the movement and the apparatus (no exact resting-time for trial jumps). After the three “trial-jumps” one minute of rest will be given to the participant. Then the participant will perform three jumps where the data is collected, each followed by 10-30 seconds rest.

Set-up

The participant will stand straight with the hands placed on his hips. Feet approximately hips to shoulder width apart.

Execution

From this position he will drop down and jump up as high as he can. The depth of the drop is not standardised, since this is a dynamic motion. The participant is only advised, to choose a drop depth so deep, from which he thinks he can jump the highest.

DO's

- Jumping with maximal effort

DONT's

- Using the arms while jumping
- Not starting from a resting position “doing a pre-jump”

Requirements

	Female	Male
Beginner	< 30cm	< 35cm
Intermediate	30.1 - 32cm	35.1 - 40cm
Advanced	32.1 – 35cm	40.1 - 45cm
Elite	> 35cm	> 45cm



2.2. Lower body power – Squat jump SJ

This test will assess the participants' ability to create power with the lower body. The assessment will be done with the push-band which will record different metrics, such as:

- Jump Height (cm or in) derived from $9.81/8 * \text{FLIGHT TIME}^2$
- Average Jump Velocity (m/s, concentric portion of jump)
- Average Jump Power (W, concentric portion of jump)

Procedure

Every participant will do three SJ. Before starting the test, each participant will have three jumps to familiarise with the movement and the apparatus (no exact resting-time for trial jumps). After the three “trial-jumps” one minute of rest will be given to the participant. Then the participant will perform three jumps where the data is collected, each followed by 10-30 seconds rest.

Set-up

The participant will stand straight with the hands placed on his hips. Feet approximately hips to shoulder width apart.

Execution

From this position he will lower down until his knee angle reaches approximately 90°-100°. The examiner will then give the participant a “sign” when he should jump up. The participant must then jump as high as he can without making a pre-bounce.

DO's

- Jumping with maximal effort

DONT's

- Using the arms while jumping
- Going down too deep
- Not starting from a resting position “doing a pre-bounce”

Requirements

	Female	Male
Beginner	< 24cm	< 31cm
Intermediate	24.1 - 27cm	31.1 - 34cm
Advanced	27.1 - 30cm	34.1 - 40cm
Elite	> 30cm	> 40cm



2.3. Rotational power – rotational medicine ball throw

This test will assess the participants' ability to create power in a rotational manner, very much like creating power in the golf swing.

Procedure

Every participant will do three throws. Before starting the test, each participant will have three throws to familiarise with the movement and the apparatus (no exact resting-time for trial throws). After the three "trial-throws" one minute of rest will be given to the participant. Then the participant will perform three throws where the data is collected, each followed by 10-30 seconds rest.

Set-up

The participant starts by standing perpendicular to the start line (such as in a golf stance). The ball is held in both hands with the back hand on the back of the ball and the front hand under the ball.

Execution

The ball is drawn back, with only a slight bend at the elbows allowed, keeping the ball between the waist and chest. Then in one motion the ball is flung up and forward (optimally at a 45 degree angle). The participant is not allowed to step over the starting line.

DO's

- Throwing with maximal effort

DON'T's

- Not starting from a resting position "pre-step"
- Stepping over the starting line

Requirements

	Female	Male
Beginner	< 6m	< 10m
Intermediate	6.1 - 7m	10.1 - 11.5m
Advanced	7.1 - 8m	11.6 - 13m
Elite	> 8m	> 13m



3. Strength tests

3.1. Max strength upper body – 1 RM bench press

The maximal strength for the upper body will be assessed with the bench press exercise. We will use the push band to measure the 1 RM, since it is a safe way to measure the 1 RM without actually lifting the 1 RM.

Procedure

Every participant will go through one set of five repetitions to familiarise with to apparatus and movement. Every participant has to bring his estimated 1 RM to the test. Based on this number the software will calculate a beginning weight. The participant will now do three repetitions with every weight suggested by the software. After every three repetitions, the participant will get 90 seconds rest and will then perform the next three repetitions. At the end of the 5th set the software will calculate the 1 RM.

Set-up

The participant will lie with his back flat on the bench. The feet are placed besides the bench. The barbell will be directly over the participants' eyes. Grip width will be 1.5 times the participants shoulder width.

Execution

The barbell will be taken out of the rack with the help of the examiner. Once the participant is ready, he will be doing three repetitions. The participant is encouraged to do every repetition with maximal effort during the concentric part of the lift.

DO's:

- The bar must touch the chest at the bottom of each rep
- Elbow's must be nearly looked at the top position of the exercise

DON'T's

- No bouncing of the chest

Requirements

1RM Bench press	Female	Male
Beginner	< 0.5x bodyweight	< 0.75x bodyweight
Intermediate	0.51 - 0.75x bodyweight	0.76 - 1.25x bodyweight
Advanced	0.75 - 1.25x bodyweight	1.26 - 1.75x bodyweight
Elite	> 1.25x bodyweight	> 1.75x bodyweight



3.2. Max strength lower body – 1 RM back squat

The maximal strength for the upper body will be assessed with the bench press exercise. We will use the push band to measure the 1 RM, since it is a safe way to measure the 1 RM without actually lifting the 1 RM.

Procedure

Every participant will go through one set of five repetitions to familiarise with to apparatus and movement. Every participant has to bring his estimated 1 RM to the test. Based on this number the software will calculate a beginning weight. The participant will now do three repetitions with every weight suggested by the software. After every three repetitions the participant will get 90 seconds rest and will then perform the next three repetitions. At the end of the 5th set the software will calculate the 1 RM.

Set-up

The participant will stand in front of the bar as it is secure in a squat rack. Using a grip that is slightly wider than shoulder width, the participant will place the bar behind the shoulders approximately 5 cm below the top of the trapezius muscle, and lift the bar off of the rack. The feet should be slightly wider than shoulder width and may be turned outward at a 30-degree angle (however the participant is comfortable to squat).

Execution

The participant should go down until his knee angle reaches about 90°-100° keeping a neutral spine at all times. From this position the participant should drive up with maximal effort to the starting position. The examiner will also assist as a spotter.

DO's

- Knee angle reaches 90°-100° degrees
- Participant returns to starting position (knees and hips nearly locked)
- The bar is controlled at all times and sound technique is demonstrated

DONT's

- Not reaching the required depth
- Unsound technique

Requirements

1RM Back squat	Female	Male
Beginner	< 0.75x bodyweight	< 1.25x bodyweight
Intermediate	0.76 - 1.25x bodyweight	1.26 - 1.5x bodyweight
Advanced	1.26 - 1.75x bodyweight	1.51 - 2.0x bodyweight
Elite	> 1.75x bodyweight	> 2.0x bodyweight



4. Max CHS

This test will measure the participants' ability to swing the club as fast as possible, without worrying about anything else then speed.

Procedure

Every participant will do a proper warm-up with the driver. As soon as the participant feels ready. The participant then gets 3 drives to get used to hitting at full speed, this numbers will already be measured and do count, if the participant is not able to swing faster during the 3 test tries. As long as the participant gets faster, the test will continue after the 3 first tries.

Set-up

Normal set-up for drives. The measurement device will always be the trackman and is set-up to the normal trackman standard set-up behind the participant.

Execution

Participant hits the drives and as long as the participant gets faster with the CHS the test continues, till there is a drop in the speed recorded by the trackman.

DO's

- Swinging as fast as possible

DONT's

- Taking steps into drive
- Not swinging at full speed

Requirements

Max CHS	Female	Male
Beginner	< 90mph	< 110mph
Intermediate	91 - 96mph	111 - 120mph
Advanced	97 - 100mph	120 - 128mph
Elite	> 100mph	> 128mph

