

17.3 Isokinetische Kraft- und Drehmomentdiagnostik

Die isokinetische Diagnostik erlaubt es – in Abhängigkeit vom Gerätemodell – Drehmomente und Kräfte zu erheben, die je nach Gerät sowohl in der offenen als auch der geschlossenen kinetischen Kette erhoben werden können [353-356].

Auch bei der isokinetischen Drehmomentdiagnostik ist auf eine strenge Standardisierung zu achten. Das betrifft u. a. die Sitzposition, die Möglichkeit sich während dem Test an

der Maschine festzuhalten oder die Hände vor der Brust zu verschränken, den Einsatz einer Schwerkraftkorrektur etc.

Mit der isokinetischen Drehmomentdiagnostik können sowohl eingelenkige, isokinetische Diagnostiken (z. B. isokinetische Kniegelenkstreckung und Kniegelenkbeugung) sowie mehrgelenkige, isokinetische Diagnostiken (z. B. Beinpresse; Wirbelsäule) bei verschiedenen Gelenkwinkelgeschwindigkeiten durchgeführt werden. Die einstellbaren Winkelgeschwindigkeiten reichen bei den meisten Geräten von 0 bis 400 °/s.

Merksatz

Drehmoment- und Kraftdiagnostik mit isokinetischen Geräten

Die meisten isokinetischen Geräte bieten die Möglichkeit, nicht nur im isokinetischen Muskelaktionsmodus Kräfte und Drehmomente zu testen, sondern auch im isometrischen sowie exzentrischen Muskelaktionsmodus.

Reliabilität isokinetischer Kraft- und Drehmomentmessungen

Die Reliabilität isokinetischer Tests ist bei gesunden Personen sowohl bei isokinetisch-konzentrischen als auch isokinetisch-exzentrischen Muskelaktionsformen und bei verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten sehr gut ($r \leq .99$). Die Varianzen bei konzentrischen Muskelaktionsformen sind mit 1,9 bis 2,8 % gering; ebenso bei exzentrischen Muskelaktionsformen (2,7 bis 3,6 %) [357].

Eigene Untersuchungen zeigen, dass die Reliabilität isokinetischer Messungen auch bei am Kniegelenk verletzten/operierten Personen sowohl auf der betroffenen als auch der gesunden Seite bei konzentrischen Muskelaktionsformen bei 60 °/s und 180 °/s gut ist ($r \leq .93$) [121].

Merksatz

Gelenkwinkelgeschwindigkeiten im Sport

Die maximalen Gelenkwinkelgeschwindigkeiten im Bereich der Schulter oder des Kniegelenkes sind im Sport deutlich höher als sie in einer isokinetischen Diagnose- und Trainingsstation simuliert werden können. Beim Sprint betragen die Winkelgeschwindigkeiten des Kniegelenkes ca. ≤ 1000 °/s [358].

Bei niedriger Gelenkwinkelgeschwindigkeit sind die Drehmomente höher, bei höherer Gelenkwinkelgeschwindigkeit nimmt die Drehmomententwicklung ab, was der typischen Kraft-Drehmoment-Geschwindigkeitsregel entspricht (vgl. Abbildung 94).

Während bei 30 °/s Winkelgeschwindigkeit ca. 82 % der maximalen isometrisch erhobenen Drehmomente realisiert werden können, sind es bei 180 °/s nur noch ca. 56 % und bei 300 °/s ca. 38 % der maximalen, isokinetischen Drehmomententwicklung (Abbildung 108).

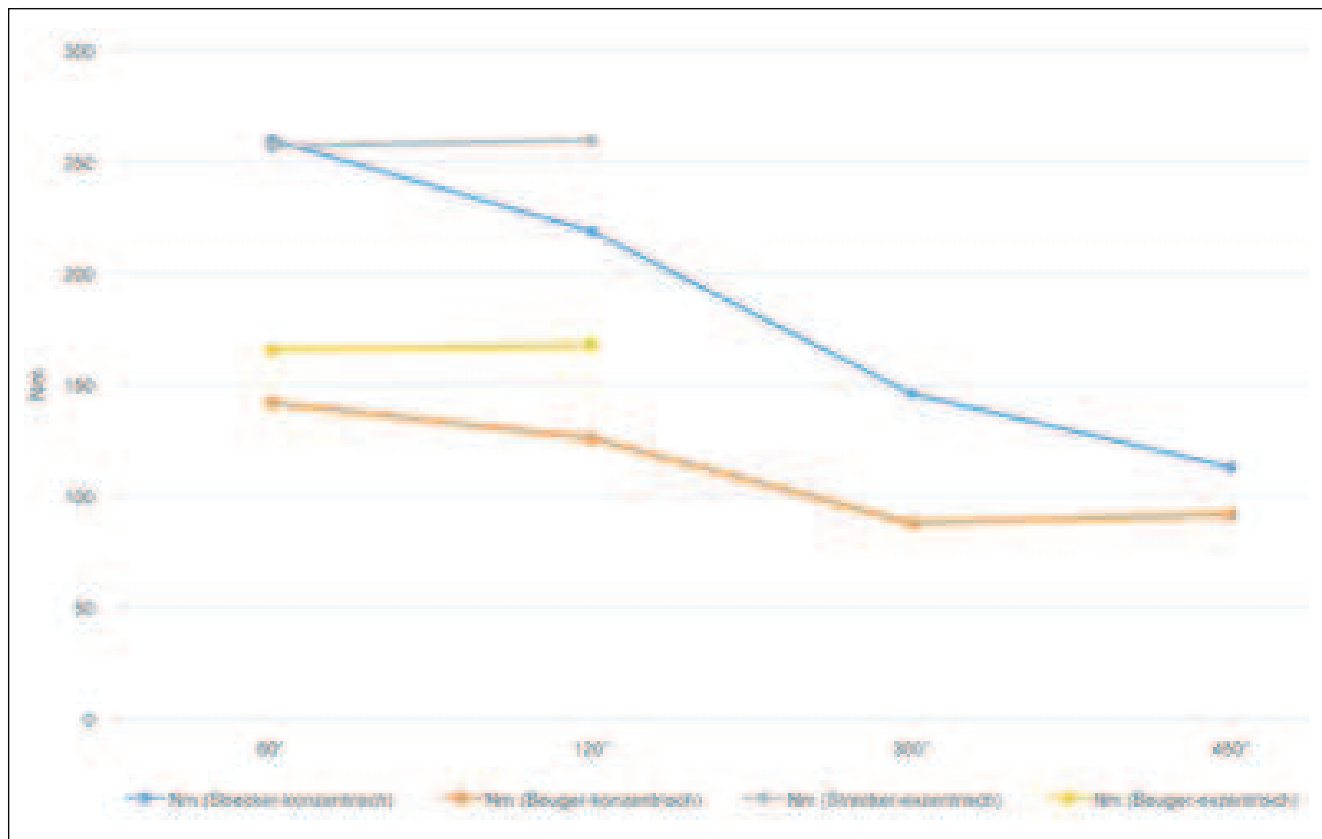


Abbildung 108: Darstellung der Drehmomente bei den jeweiligen Gelenkwinkelgeschwindigkeiten und in Abhängigkeit von der jeweiligen Muskelaktionsform. Bei konzentrischer Muskelaktionsform nehmen die Drehmomente mit zunehmender Winkelgeschwindigkeit ab; bei exzentrischer Muskelaktionsform bleiben die Drehmomente bei 60° und 120° weitgehend konstant [verändert nach 359].

Je nach Gelenkwinkel können höhere bzw. geringere Drehmomente erzeugt werden; die Drehmomententwicklung ist in mittleren Gelenkwinkeln meist am höchsten (vgl. Abbildung 107).

Die mit isokinetischen Geräten erhobenen Drehmomentwerte sollten nicht in der absoluten Höhe, sondern analog zu den anderen Kraftdiagnoseverfahren auf das jeweilige Körpergewicht bezogen werden.

Isokinetische Tests dienen in erster Linie diagnostischen Zielen in Medizin und Physiotherapie. Beispiele für isokinetischen Messungen und Interpretationen bei orthopädischen Schädigungen sind im Kapitel 17.8 beschrieben.

Umfassende Übersichten über die diagnostischen Möglichkeiten mittels isokinetischer Drehmomentmessungen und deren Auswertmöglichkeiten finden sich in [121, 338, 353, 355, 356, 360-362].

17.3.1 Ziele der isokinetischen Kraft- und Drehmomentdiagnostik

Die Ziele der isokinetischen Kraft- und Drehmomentdiagnostik können im sportlichen, präventiven und rehabilitativen Bereich liegen. Beispielhaft sind einige Zielsetzungen folgend aufgelistet:

- Aussagen zu Seitendifferenzen – rechts/links; Sprungbein/Schussbein; verletzt/nicht verletzt

- Aussagen zu neuromuskulären Hemmprozessen durch Verletzungen und Schädigungen
- Aussagen zum Verhältnis der Streckmuskulatur zur Beugemuskulatur in Abhängigkeit von der Winkelgeschwindigkeit
- Aussagen zum Vergleich zu den Drehmomentwerten anderer Sportarten (Tabelle 70)
- Beitrag zur Leistungs- und Funktionsdiagnostik
- Vergleich zu den Drehmomentwerten gesunder, erkrankter oder verletzter Menschen
- Grundlage zur Planung präventiver und rehabilitativer Krafttrainingsprogramme
- Kontrolle eines rehabilitativen Krafttrainingsprogramms (Drehmomententwicklungen im Verlauf der Rehabilitation)
- Qualitative Beurteilung der Drehmomentkurven (insbesondere bei Verletzungen und Schädigungen; vgl. Kapitel 17.8).

		60 °/s		180 °/s		300 °/s	
	Männer Frauen	Beugung	Streckung	Beugung	Streckung	Beugung	Streckung
Basketball	M	165,4 Nm ± 26,2	178,1 Nm ± 32,9	133,2 Nm ± 21,2	165,4 Nm ± 26,2	101,1 Nm ± 30,7	96,9 Nm ± 34,0
Fußball	M	152,0 Nm ± 9,3	240,3 Nm ± 11,1				
Wrestling	M	156,9 Nm ± 9,9	256,2 Nm ± 12,1			98,6 Nm ± 7,0	100,8 Nm ± 6,8
Volleyball	F	77,8 Nm ± 10,3	153,3 Nm ± 26,2	59,2 Nm ± 9,1	115,8 Nm ± 21,0	48,5 Nm ± 8,1	88,8 Nm ± 19,4

Tabelle 70: Ausgewählte Drehmomentwerte der Kniegelenkstreck- und -beuger von Sportlern verschiedener Sportarten und Geschlechter mit hohem Leistungsniveau (nationale Klasse) [363]

17.4 Diagnostik der Oberkörperkraft

Zur Diagnostik der Oberkörperkraft stehen vielfältige diagnostische Verfahren zur Verfügung. Sinnvoll ist eine Instrumentierung der Sportler bzw. der Geräte, um neben dem Gewicht und den Wiederholungszahlen weitere kinematische Parameter (z. B. Winkel; Geschwindigkeiten; Beschleunigungen) und dynamische Parameter (z. B. Druck; Kraft; Drehmoment) zur optimalen Erfassung und zur Trainingssteuerung zu erheben. Die bedeutsamsten Übungen zur Kraftdiagnostik des Oberkörpers unter Einbeziehung großer Muskelgruppen sind:

- Liegestütze
- Bankdrücken
- Klimmzüge (Latissimusziehen)

Bei allen kraftdiagnostischen Verfahren ist auf eine korrekte Bewegungstechnik und eine standardisierte Bewegungsgeschwindigkeit zu achten (vgl. Kapitel 14). Je nach Geräteverfügbarkeit und Ausstattung mit Messtechnik können die Maximalkraft, die Schnellkraft, die Kraftausdauer und weitere Krafftfähigkeiten erhoben werden (Kapitel 13).

In verschiedenen Sportarten existieren spezielle und spezifische Testverfahren, die an dieser Stelle jedoch nicht näher dargestellt werden.

17.4.1.1 Liegestütze

Liegestützen haben den Vorteil, dass sie überall und ohne Geräte durchführbar sind. Je nach individueller Leistungsfähigkeit können zwei Ausführungsvariationen gewählt werden:

- Die Hände und die Fußspitzen liegen auf dem Boden auf (Abbildung 109)
- Die Hände und die Kniegelenke liegen auf dem Boden auf

Bei beiden Ausführungsvariationen ist der Rumpf gestreckt; der Oberkörper wird so weit abgesenkt, dass die Brust leicht den Boden

berührt und die Arme werden wiederum gestreckt. Die Frequenz der Übungsausführung liegt zwischen 20 bis 30 Liegestützen in der Minute; Pausen zwischen den Wiederholungen sind nicht erlaubt. Mit Hilfe der Tabelle 71 können die Liegestützleistungen eingeordnet werden.

Die Reliabilität (Intra-Class-Coeffizient (ICC)) von Liegestützen bis zur Erschöpfung beträgt zwischen $r = .91$ und $r = .95$ und ist damit sehr gut.

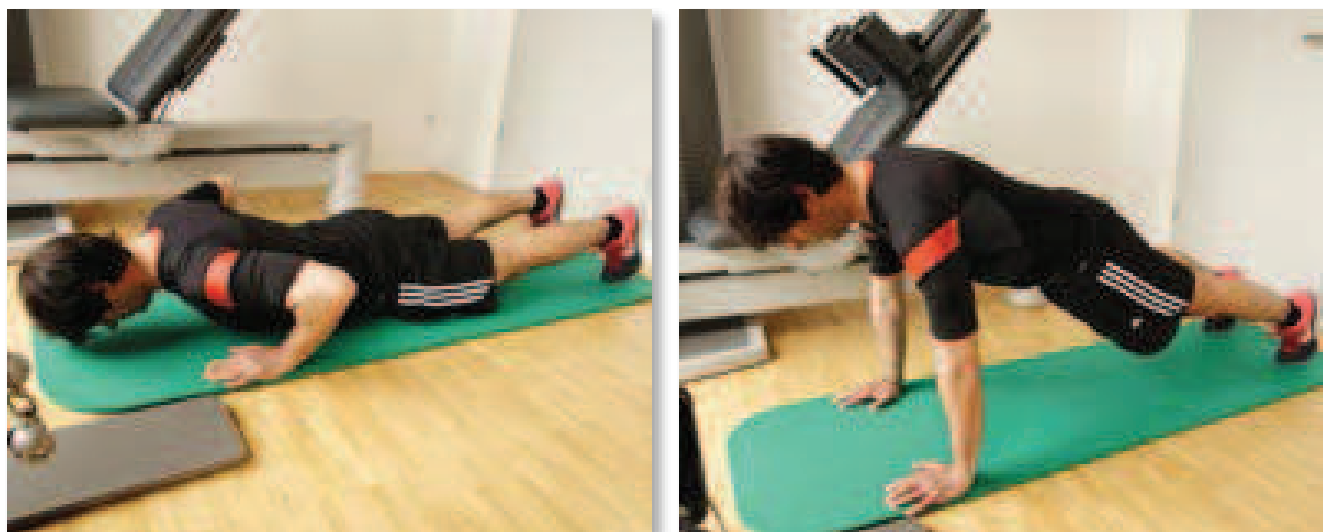


Abbildung 109: Liegestütze (links: Ausgangsposition; rechts: Endposition).

%Rang	20-29 Jahre		30-39 Jahre		40-49 Jahre		50-59 Jahre		60+ Jahre	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
90	57	42	46	36	36	28	30	25	26	17
80	47	36	39	31	30	24	25	21	23	15
70	41	32	34	28	26	20	21	19	21	14
60	37	30	30	24	34	18	19	17	18	12
50	33	26	27	21	21	15	15	13	15	8
40	29	23	24	19	18	13	13	12	10	5
30	26	20	20	15	15	10	10	9	8	3
20	22	17	17	11	11	6	9	6	6	2
10	18	12	13	8	9	2	6	1	4	0

Tabelle 71: Einordnung der Liegestützleistung bei (untrainierten) Erwachsenen (F = Frauen; M = Männer) [363]

17.4.1.2 Bankdrücken

Bankdrücken als Testübung kann zur Ermittlung des Einwiederholungsmaximum (EWM) oder des Mehrwiederholungsmaximums (MWM) eingesetzt werden.

Die Griffe der Langhantel werden auf Brusthöhe und schulterbreit umfasst. Der Rücken liegt auf dem Polster auf (Abbildung 110).

Die Arme werden gestreckt und dabei wird ausgeatmet; in der nachgebenden Phase werden die Arme gebeugt und es wird eingeatmet.

Die Bankdrückleistungen können in normative Werte eingeordnet werden, die in der Tabelle 64 aufgelistet sind. Die Reliabilität der Bankdrückergebnisse ist sehr gut; sowohl bei der Ermittlung des EWM als auch des MWM ($r \leq .91$) [363].

17.4.1.3 Klimmzüge – Latissimusziehen

Klimmzüge sind für gesunde, sportliche Menschen nicht nur eine gute Trainingsübung, sondern eignen sich auch gut als diagnostisches Verfahren.

Analog zu Klimmzügen kann auch das Latissimusziehen eingesetzt werden. Aufgrund der besseren Abstufbarkeit der Gewichte ist das Latissimusziehen insbesondere für weniger trainierte Personen geeignet.

Bei Klimmzügen sollte die Klimmzugstange etwas weiter als schulterbreit gefasst werden und der Körper bis zum Kinn auf Höhe der Stange nach oben gezogen werden. Beim Absenken werden die Ellenbogen fast vollständig gestreckt und anschließend wieder gebeugt. Die Durchführung sollte gleichmäßig erfolgen; Pausen zwischen den Wiederholungen sind nicht zugelassen. Die Klimmzugleistungen können anhand der Tabelle 72 eingeordnet werden.



Abbildung 110: Bankdrücken (links: Ausgangsposition; rechts: Endposition)



Abbildung 111: Klimmzüge (links: Ausgangsposition; rechts: Endposition)

Für Klimmzüge und Latissimusziehen gibt es für Erwachsene keine Daten zur Reproduzierbarkeit der Tests. Für männliche und weibliche Schulkinder werden Korrelationskoeffizienten von $r > .83$ berichtet, was eine gute Reproduzierbarkeit der Testergebnisse bedeutet [364].

Klassifikation	Anzahl der Klimmzüge
Exzellent	15+
Überdurchschnittlich	12-14
Durchschnittlich	8-11
Unterdurchschnittlich	5-7
Schwach	0-4

Tabelle 72: Einordnung der Klimmzugleistung bei jungen Männern („College-Aged-Men“) [363]



Abbildung 112: Sportlerin beim Latissimusziehen