

**Aus der Medizinischen Universitätsklinik und Poliklinik
Tübingen
Abteilung V Sportmedizin
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. A. Nieß**

**Unterschiede im Kraftprofil der
hüftgelenksumgebenden Muskulatur zwischen
Arthrosepatienten und gesunden Personen.**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

**vorgelegt von
Philipp Franz Rudolf Ender**

**aus
Sindelfingen**

2011

Dekan: Professor Dr. I.B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. A.Nieß

2. Berichterstatter: Professor Dr. T. Kluba

Diese Arbeit widme Ich meinen Eltern,
Elisabeth und Klaus Endler

1. Einleitung.....	6
1.1 Inzidenz.....	6
1.2 Definition und Pathogenese von Arthrose.....	7
1.3 Folgen und Symptome einer Coxarthrose.....	11
1.4 Auswirkung der Coxarthrose auf die Kraft	13
1.5 Behandlung der Coxarthrose.....	16
1.5.1. Konservative Therapie	17
1.5.2. Invasive Therapie.....	21
1.6 Zielsetzung der Studie	21
2. Fragestellung und Hypothesen	23
2.1 Fragen und Ziele	23
2.2 Hypothesenbildungen	23
3. Methodik	25
3.1 Probandenkollektiv	25
3.1.1 Charakterisierung des Probandenkollektivs	25
3.1.2 Probandenrekrutierung	26
3.1.3 Ein- und Ausschlusskriterien für die beiden Gruppen	26
3.1.4 Anamnese, klinische Untersuchung und radiologischer Befund	28
3.1.5 Dauer der Studie.....	30
3.2 Studiendesign	31
3.2.1 Schematische Darstellung des Studienablaufes	31
3.2.2 Ablauf eines Messtages.....	32
3.3 Die Maximalkraftmessung mit dem „IsoMed2000“	32
3.3.1 Gerätebeschreibung	32
3.3.2 Vorbereitung des Probanden	33
3.3.3 Das Messprotokoll	34
3.4 Statistische Auswertungen	38
3.4.1 Statistisches Programm	38
3.4.2 Normalverteilung.....	38
3.4.3 Der t-Test.....	38

3.4.3 Auswertung	40
4. Ergebnisse.....	43
4.1 Isokinetische Maximalkraft	44
4.1.1 Isokinetische Maximalkraft geschlechterunspezifisch	44
4.1.2 Isokinetische Maximalkraft nach Geschlecht getrennt	45
4.2 Isometrische Maximalkraft	46
4.2.1 Isometrische Maximalkraft geschlechterunspezifisch	47
4.2.2 Isometrische Maximalkraft nach Geschlecht getrennt.....	48
4.3 Zusammenfassung aller Kraftwerte in einem Schaubild	50
5. Diskussion	51
5.1 Diskussion der Ergebnisse	51
5.1.1 Allgemein	51
5.1.2 Speziell isometrische Maximalkraft	55
5.2 Schlussfolgerung und Ausblick	55
6. Zusammenfassung	58
7. Abbildungsverzeichnis	60
8. Tabellenverzeichnis	60
9. Literaturverzeichnis	61
10. Danksagung	69
11. Lebenslauf	70

1. Einleitung

Die älteste und häufigste Gelenkserkrankung der Menschheit ist, ohne große geographische Einschränkung, die Arthrose deformans [21,61]. Schon in der Antike tauchten Fälle von Gelenkserkrankungen auf, die Ähnlichkeiten mit der heutigen Arthrose deformans aufwiesen. Über Jahrhunderte hinweg zählte man die Krankheit zu den rheumatischen Erkrankungen, bis 1683 Thomas Sydenham die Arthrose deformans von den rheumatischen Erkrankungen abgrenzte. Eine weitere Differenzierung unternahm 1779 John Haygarth, indem er die Gicht von den chronischen rheumatischen Gelenkserkrankungen und dem Malum coxae senile abgrenzte [61].

1.1 Inzidenz

Die Arthrose ist die häufigste aller Gelenkserkrankungen, mit steigender Prävalenz im höheren Lebensalter. Die Neuerkrankungsrate von Osteoarthrose beläuft sich in Europa auf 1% pro Jahr [21]. Bezogen auf den Verlust an Lebenszeit steht die Arthrose deformans in den Industrieländern an dritter Stelle, hinter den Herz-Kreislauf und zerebrovaskulären Erkrankungen, die eine höhere DALYS (= disability adjusted life years) aufweisen [21,62].

Die Prävalenz beträgt bei den 20-Jährigen 9%, bei den 34-Jährigen steigt sie auf 17% und bei den über 65-Jährigen auf 90% an [12].

In der Prävalenzskala von Wangenhäuser et al. 1969 erscheint die Arthrose des Hüftgelenks an dritter Stelle hinter dem Knie- und Schultergelenk, Fakten die bis heute analysierbar und konstant geblieben sind [5,67,71]. Die Coxarthrose nimmt im klinischen Alltag durch die hohe bilaterale Präsenz den bedeutsamsten Platz ein [23,36,39]. Hackenboch et al. sowie Debrunner et al. diskutieren diese Problematik in ihren Buchbeiträgen- „Periphere Arthrose“ und „orthopädisches Diagnostikum“ [18,35,36].

Nicht wissenschaftlich belegte Daten gehen von 5 Millionen an Arthrose erkrankten Deutschen aus [12]. Neben den individuellen Problemen für jeden Einzelnen entstehen diesbezüglich jährlich auch enorme sozioökonomische und volkswirtschaftliche Kosten [12,46]. Erwerbsminderungsrentenanträge werden zu 6% von Arthrosepatienten gestellt [46]. Zudem weisen die jährlichen 188000

Arbeitsunfähigkeitsfälle (=AU), die ca. 8 Millionen krankheitsTage im Jahr bedingen, eine weitere volkswirtschaftliche Konsequenz auf. Laut dem statistischen Bundesamt Wiesbaden werden hierdurch Kosten von jährlich bis zu rund 7,2 Mrd. Euro verursacht [27,46].

Zur Kostensenkung ist es von entscheidender Bedeutung, die Therapie individuell auf jeden Patienten und dessen Krankheitsbild abzustimmen [20,36]. Neben der Behandlung aktueller Beschwerden, muss auch der Erhalt der Funktionstüchtigkeit des Gelenks in die Therapie integriert werden. Dies erfordert immer wieder neue und verbesserte physikalische und funktionelle Maßnahmen, ergänzend zu beruflichen und sportlichen Beratungen [20,36].

1.2 Definition und Pathogenese von Arthrose

Laut den Leitlinien der „Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaft e.V.“(AWMF), sowie der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie (DGOT), umfasst der Begriff der „Coxarthrosis deformans“ alle degenerativen Erkrankungen des Hüftgelenks, die zu einer progressiven Zerstörung der Gelenkstrukturen, wie Knochen, synovialer und fibröser Gelenkkapseln, sowie der periartikulären Muskulatur führen [5,39].

Bei der Arthrose unterscheidet man grundsätzlich zwei Arten, die primäre Arthrose und die sekundäre Arthrose.

I. Primäre bzw. idiopathische Arthrose

Mit der Bezeichnung definiert man eine Gelenkdegeneration, die sich ohne erkennbare exogene oder endogene Faktoren aus einem primär funktionellen und strukturellen gesundem Gelenk entwickelt [39].

Es wird diskutiert, dass ein Alterungsprozess des Bindegewebes für diese Gelenksdegeneration verantwortlich ist [15].

II. Sekundäre Arthrose

Zwei Drittel der Hüftgelenksarthrosen werden durch die sekundäre Arthrose bedingt. Unfälle, Gelenkfehlstellungen, Adipositas, zu starke oder einseitige Belastung sowie rheumatische Gelenkserkrankungen werden als auslösende

Faktoren aufgezeigt. Mechanisch-funktionell, entzündlich und metabolische Ursachen müssen differenziert werden [15].

Die verursachenden Faktoren lassen sich in beeinflussbare Faktoren und in nichtbeeinflussbare Faktoren gliedern [21,67].

Zu den beeinflussbaren Faktoren zählen:

- **berufsbedingte (Über-)Belastungen:** Die berufliche Tätigkeit des Patienten wiederum scheint den Verlauf der Erkrankung nur dann zu beeinflussen, wenn der Patient im betreffenden Gelenk schon eine traumatisch bedingte Läsion aufweist. So tritt die Coxarthrose gehäuft bei Landwirten und Schwerstarbeitern auf [14,36,39].
- **Sportverletzungen:** Sport hat ebenfalls keine direkte Auswirkung auf die Neubildung der Arthrose. Die Arthrose bei Leistungssportlern ist eher auf Mikrotraumen zurückzuführen, die der Sportler selbst nicht als Verletzung wahrnimmt. So haben Fußballspieler häufig eine Sekundärarthrose im Kniegelenk, Hochspringer und Weitspringer im Sprunggelenk und Handballer im Schultergelenk [36,39,49].
- **Übergewicht:** Die Ernährungsgewohnheiten und das Körpergewicht des Patienten spielen eine entscheidende Rolle bei der Arthroseerkrankung. Für das Kniegelenk konnte Davis et al. schon 1988 einen Zusammenhang zwischen Adipositas und dem gehäuften Auftreten von Arthrose belegen [17]. Entsprechende Daten für Coxarthrose fehlen. Es ergeben sich jedoch Verdachtshypothesen, dass Übergewicht den Krankheitsverlauf im Hüftgelenk negativ beeinflusst [12,19,21,39,55,75].
- **Biomechanische Fehlstellungen** des Gelenks.
- Angeborene Fehlstellungen wie die **Hüftgelenksdysplasie** im Kindesalter.
- Frühe **operative Eingriffe** an einem Gelenk.

Tabelle 1: Ursachen sekundärer Coxarthrose (AWMF-Leitlinie „Coxarthrose“ der DGOT)

mechanisch-funktionell	entzündlich	metabolisch
Angeborene Hüftdysplasie/-luxation	Hüftkopfnekrose	Arthropathien (metabolisch, neurogen, endokrin, bei Hämophilie, bei Systemerkrankungen)
Verletzungen des Hüftgelenkes	Rheumatoide Arthritiden	Gelenkchondromatose
Protrusion acetabuli	Bakterielle Coxitis	
Morbus Perthes		
Epiphyseolysis capitis femoris		

Das Geschlecht, sowie die genetisch bedingten Störungen sind nicht durch den Patienten beeinflussbar. Radiologisch weisen die Männer häufiger eine Coxarthrose auf als gleichaltrige Frauen. Aufgrund eines gesteigerten Schmerzempfindens werden die Frauen mit radiologischer nachgewiesener Coxarthrose jedoch häufiger in der Klinik vorstellig [39,40,64,74].

Genetische bedingte Störungen wie chondroepiphysäre Dysplasien oder die Hämochromatose, können eine sekundäre Arthrose bedingen [21,67].

Die Erstmanifestation von Arthrosebeschwerden tritt besonders zwischen dem 50. und 60. Lebensjahr auf [67]. Bereits 1926 konnte Heine et al. eine Korrelation zwischen dem Lebensalter und der Häufigkeit von Arthrose in Untersuchungen an 1002 Leichen feststellen [40]. Diese altersabhängige Zunahme der Coxarthrosepatienten belegen auch signifikante Daten des Berichtes der Reha-Kommission des Verbandes deutscher Rentenversicherungsträger (VDR) von 1991 und wird in den heutigen WHO-Studien mit ähnlichen Zahlen gestützt [65,74].

Der Alterungsprozess des Gelenks und die pathologische Degeneration des Knorpels (Arthrose) sind zu differenzieren [29,56]. Beim Alterungsprozess des

Gelenks ist der Knorpel, im Gegensatz zum Arthrosegelenk, intakt und gestattet hohe Belastungen [29,56].

Pathophysiologisch wird die Coxarthrose durch eine Gleichgewichtsstörung zwischen Abbau und Synthese im Gelenkknorpel und subchondralen Knochen definiert. Die andauernde Störung dieses Gleichgewichts führt zu einer Zerstörung des Knorpelgewebes und zu einer Veränderung der subchondralen Knochenstruktur [5,19,39,58,68]. Das hoch spezialisierte Knorpelgewebe kann aufgrund seiner geringen Regenerationsfähigkeit nur kleine Defekte ausgleichen. Treten im Erwachsenenalter größere primäre oder sekundäre Defekte auf, ist die fortschreitende Arthrose unvermeidlich [29,56,58]. Biochemisch kommt es zu einem Verlust von Proteoglykanen, zu einer Zunahme des Wassergehalts, und Veränderung der Kollagenanordnung [64].

Der Verlauf der Knorpelschädigung lässt sich in vier Stadien einteilen:

Stadium 1: Gleichgewichtsstörung des Knorpelstoffwechsels, durch
(Initiales Stadium) vermehrten Abbau und verringerter Synthese.

Gesteigerte Aktivität der metabolischen Chondrozyten durch freigesetzte Wachstumsfaktoren, aufgrund der Schädigung der Knorpelmatrix [64].

Stadium 2: Schwellung, oberflächliche Aufrauung und Risse
(frühes Stadium) im obersten Knorpeldrittel.

Untergang der Chondrozyten in allen Schichten mit herdförmigen Regenerationsversuchen → Brutinseln, Verlust der biomechanischen Knorpel­eigenschaften, Freisetzung von Entzündungsmediatoren → Synovialitis, Histochemischer Proteoglykanverlust [64].

Stadium 3: Tangentiale und vertikale Risse bis an die Zone
(intermediäres Stadium) des mineralisierten Knorpels.

Letzter Regenerationsversuch von proliferierenden Chondrozyten.

Verschmälerung des Knorpels und Verbreiterung des subchondralen Knochens [64].

Stadium 4: Vollständiger Verlust des Knorpels mit Freilegung des subchondralen Knochens mit Bildung von Randexostosen.
(**spätes Stadium**) Mikrofrakturen mit Kallusbildung → Osteochondrophyten.
Einbrüche der Deckplatten aufgrund unphysiologischer Belastungen.
Bildung von Pseudozysten aufgrund Granulationsgewebekonstruktion.
Keilförmige Knocheninfarkte aufgrund sekundär ischämischen Knochennekrosen [64].

Dieppe et al. wiesen darauf hin, dass die entzündlichen Veränderungen des Bindegewebes eine wesentliche Bedeutung für die Pathogenese des Arthrosegelenkes haben [20]. Der entzündliche Prozess wird dabei einerseits durch biomechanische andererseits durch biochemische Veränderungen im Bindegewebe bedingt [2,20,64].

Zusammenfassend kann man die Gelenksarthrose als Folge eines Abbau-, Wiederherstellungs- und Entzündungsprozesses im Gelenkknorpel, sowie im subchondralen Knochen und im Bindegewebe definieren [2,5,20,23,39].

1.3 Folgen und Symptome einer Coxarthrose

Zur Diagnosesicherung einer Coxarthrose dienen der klinische und der radiologische Befund [75]. Gelenkschmerz und gelenkspezifische Funktionseinschränkungen sind die führenden Symptome der Coxarthrose [75]. Morgensteifigkeit, Krepitationen, Schwellung, gelenknahe Muskelatrophien, Muskelinsuffizienz, Kapsel-Band- Lockerungen, Einschränkung der Kraft- und Geschicklichkeitsleistung, Subluxation, Achsenabweichung, Gelenkergüsse, tastbare Osteophyten und Vergrößerung der Gelenkkonturen können als weitere Symptome typisch sein [75].

I. Schmerz

Typisch für die Coxarthrose ist der Wechsel zwischen einer akuten schmerzhaften Phase, der sog. aktivierten Arthrose, und der schmerzfreien, stummen Zwischenphase, der sog. latenten Arthrose [67,75].

Zu Beginn tritt der Schmerz bei verstärkter oder ungewohnter Belastung und bei der Innenrotation auf. Die Schmerzsymptomatik der Coxarthrose nimmt im Laufe der Erkrankung immer weiter zu [67]. Das Anfangsstadium der Arthrose kann sich in Form von morgendlicher Gelenksteifigkeit und Gelenkschmerzen äußern. Die Beschwerden sind nach dem sog. „Einlaufen“ verschwunden. Der Patient hat anschließend keinerlei nennenswerte Beschwerden. Die Dauer der Einlaufphase nimmt im Verlauf der Erkrankung immer mehr zu, bis sich ein Dauerschmerz etabliert. Es kommt zu Beweglichkeitsminderungen und Gelenkfehlstellungen. Die starken Schmerzen führen zu einer Schonhaltung, welche zu einer Muskelatrophie vornehmlich im Bereich der Oberschenkel- und Gesäßregion führt, so dass der Patient auf eine Gehhilfe angewiesen ist. Alltägliche Anforderungen, wie längere Gehstrecken oder Treppensteigen, können nur noch unter extremen Schmerzen ausgeführt werden. Der Patient verliert immer mehr seine Selbstständigkeit und damit seine Lebensqualität [12,21,28,41] .

II. Funktionsverlust

Durch den Gelenkumbau im Verlauf der Coxarthrose, aufgrund der entzündlichen und metabolischen Umbauprozesse, kommt es zu einer massiven Bewegungseinschränkung. Als Folge nimmt der Patient eine Schonhaltung in Form eines „Schonhinkens“ ein, ist in seiner Mobilität eingeschränkt und verliert im Verlauf an Kraft und Ausdauer. Die Immobilität kann so weit fortschreiten, dass es zu einer Kontraktur des Kapselapparates kommt [44]. Durch die Versteifung von Muskulatur, Sehnen und Bändern, kommt es zu dem bekannten Beweglichkeitsverlust. Zur Beurteilung des Schmerzempfindens und der Funktionseinschränkung wurde der WOMAC-Arthroseindex (Western Ontario and McMasters University) eingeführt, der mit Hilfe eines Fragebogens als Selbsteinschätzung durch den Patient festgelegt

wird (siehe Tab.2) [48,75]. Mit einem alternativen Fragebogen lässt sich der sog. Lequesne- Funktionsindex erheben, der vorzugsweise in den europäischen Ländern der statistischen Datenerfassung dient. Der Schweregrad der Arthrose kann dementsprechend verifiziert werden [75]. Die Fragen beziehen sich nicht nur auf Schmerzen, sondern bewerten auch komplexe Funktionen des alltäglichen Lebens, sodass eine Aussage über den Verlauf der Erkrankung ermöglicht wird [75].

Tabelle 2: WOMAC-Arthroseindex

WOMAC-Arthroseindex (maximale Punktzahl: 96)		
Schmerzen	5 Fragen	Gehen, Treppensteigen, nachts, in Ruhe, bei Anstrengung
Steifigkeit	2 Fragen	Morgensteifigkeit, Steifigkeit im Verlauf des Tages
Funktionsstatus	17 Fragen	Treppensteigen, Aufstehen, Stehen, zum Boden beugen, Gehen auf ebenen Boden, Ein-/Aussteigen aus dem Auto, Einkaufen, Socken an- und ausziehen, Aufstehen aus dem Bett/Badewanne, im Bett liegen, sitzen, schwere und leichte Hausarbeit erledigen

1.4 Auswirkung der Coxarthrose auf die Kraft

I. Altersabhängiger Verlust

Bevor man den Kraftverlust der Patienten mit Coxarthrose richtig charakterisieren kann, muss der physiologische altersbedingte Kraftverlust abgegrenzt werden.

Der Verlust der Muskelkraft im Alter ist von mehreren Faktoren abhängig und stellt sich individuell konträr dar [69]. In der Literatur differenzieren die Meinungen der prozentualen Kraftabnahme. Weineck et al. zitieren, dass ein Mensch ab dem 30. Lebensjahr 1% pro Jahr seiner Kraft und seiner Muskelmasse verliert [72]. Gottlob et al. hingegen berichten über eine Kraftabnahme von 8% pro Dekade [32]. Der Kraftverlust ist dabei nicht

gleichmäßig auf die Skelettmuskulatur verteilt, sondern variiert stark in den einzelnen Muskelgruppen [32,72].

Die Kraftabnahme steht im Verhältnis zum Abbau der Muskelmasse [32]. Die Hauptursache des Muskelabbaus ist zum einen die Inaktivität, die durch Bettlägerigkeit und Immobilität verursacht wird, zum anderen das Fehlen von intensiver Kraftbeanspruchung [32,34,47]. Mit einem gezielten Krafttraining kann der altersbedingte Kraftverlust bis ins hohe Alter minimiert werden. Baumann postuliert, dass man sein Kraftniveau bis zum 60. Lebensjahr aufrecht erhalten kann, wenn man mit einem kontinuierlichen Krafttraining ab dem 30. Lebensjahr beginnt [7]. Krafttraining, vor allem der Beinmuskulatur, beeinflusst nicht nur die sportliche Leistungsfähigkeit, sondern ist mitentscheidend für den Erhalt der Selbstständigkeit und somit auch der Lebensqualität [72].

II. Geschlechterspezifisches Kraftverhalten

Neben der altersbedingten Abnahme der Kraft, müssen geschlechterbedingte Kraftdifferenzen bei der Beurteilung des Kraftniveaus berücksichtigt werden. Frauen unterscheiden sich durchschnittlich um 10-20kg Körpergewicht und um 10-15cm Körpergröße von den männlichen Probanden [72]. Der Muskelanteil ergibt ebenfalls ein konträres Verhalten der Geschlechter, so beträgt die relative Muskelmasse vom Gesamtkörpergewicht einer untrainierten Frau 35,8%, beim Mann 41,8%. Umgerechnet wären dies 23kg Gesamtmuskelmasse bei der Frau und 35kg beim Mann [72]. Aufgrund der geringeren Muskelmasse haben Frauen nur 54-80% der Maximalkraft der Männer, wobei sich die geschlechterspezifischen Kraftdefizite in den einzelnen Muskelgruppen unterscheiden [72]. Die maximale Differenz ergibt sich bei den Unterarmbeugern und Unterarmstreckern (ca.45% der Maximalkraft der Männer). Für die vorliegende Studie relevant sind die Hüftbeuger und Strecker. In dieser Körperregion ist die Maximalkraft der Frauen um 20% geringer als bei den Männern [72].

III. Kraftausdauer und Beweglichkeit bei Patienten mit Coxarthrose

Das Gangbild des Patienten und die Belastung des Gelenkes wird maßgeblich durch die hüftumgreifende Muskulatur, den Abduktoren, geprägt [41]. Die Symptomatik der Coxarthrotiker hat eine Immobilität zur Folge, deren Konsequenz eine Muskelatrophie mit anschließender Muskelinsuffizienz darstellt. Die Muskelinsuffizienz der Hüftabduktoren führt zu einer Instabilität, wodurch das Becken zur Spielbeinseite abkippt. Es kommt zu einer Verschiebung der normalerweise parallel verlaufenden Schulterlinie und Beckenlinie, welche unter dem medizinischen Terminus „Trendelburgzeichen“ bekannt ist. Konsequenzen ergeben sich in einer eingeschränkten Beweglichkeit und einem verstärkten Verschleiß des Gelenks [73].

Eine weitere Symptomatik ist das Extensionsdefizit, welches der Körper über Hüftflexion zu kompensieren versucht [41]. Diese Kompensation führt zu einer vermehrten Belastung des Gelenks und zur Beschleunigung des Gelenkverschleißes [73]. Die Gelenkbelastung lässt sich durch eine Verminderung der Hüftflexion, mit der Folge einer Bewegungsumfangsminderung im Hüftgelenk und einer Gangasymmetrie, verringern. Dies geht auf die Kosten der Schrittlänge und Geschwindigkeit [73].

Es gibt sehr wenige Studien zum Thema „Kraft und Kraftausdauer“ in der Rehabilitation von Hüftpatienten. Bisherige wissenschaftliche Studien befassen sich hauptsächlich mit dem Zustand der Kraft vor und nach einer Hüftoperation. Längerfristig angelegte Studien bei Hüftarthrose- und Hüftprothese-Patienten sind kaum existent [41]. Aussagefähigere Studien wurden hingegen zum Thema Kraft und Kraftausdauer im Bereich der Gonarthrose veröffentlicht [41].

Horstmann et al. stellten fest, dass es Unterschiede zwischen arthrotischen und hüftendoprothetisch- versorgten Patienten im Gangverhalten, in der neuromuskulären Ansteuerung, sowie in der Kraft und in der Kraftausdauer gibt [41].

Jörger et al. weisen in ihrer Studie, in der sie die Abhängigkeit des Gangbilds von der isokinetischen Kraft und Kraftausdauer untersuchten darauf hin, dass eine verbesserte Kraftausdauer das frühe Auftreten des „Hinkens“ verhindert [43].

Mit Hilfe präoperativer Physiotherapie kann die Beweglichkeit sowie die Reduktion der Schmerzen positiv beeinflusst und die Operation bis zu vier Jahre verzögert werden. Hinzu kommt noch, dass ein präoperativ trainierter Muskel langsamer atrophiert und sich postoperativ schneller erholt [43,57].

Gilbey et al. rekrutierten trainierte Patienten im Stadium IV der Coxarthrose unmittelbar prä- sowie postoperativ. Es konnte signifikant belegt werden, dass ein Trainingsprogramm vor der hüftendoprothetischen Operation einen positiven Einfluss hat und dass dieses Training positive Auswirkungen auf das Wiedererlangen der körperlichen Funktionsfähigkeit nach der Hüftoperation hat [31].

1.5 Behandlung der Coxarthrose

Bei der Behandlung der Coxarthrose werden primäre, sekundäre und tertiäre Präventionsmaßnahmen differenziert [20].

Die primäre Prävention umfasst die Minimierung bzw. die Elimination der Risikofaktoren, um eine Entstehung und Etablierung der Coxarthrose zu vermeiden [19].

Sekundäre Präventionsmaßnahmen bieten sich in der Frühphase der Coxarthrose an.

Die angemessene Behandlung von Schmerz und Funktionseinschränkung wird als tertiäre Prävention bezeichnet [19,20].

Das generelle Ziel von verschiedenen Therapiemöglichkeiten ist es, die Symptomatik einer schon bestehenden Coxarthrose zu mildern oder zu beseitigen, um die Lebensqualität des Patienten zu verbessern [12,20,39]. Unterschieden werden die konservativen von den invasiven Therapieverfahren [36]:

Tabelle 3: Tabellarische Darstellung der Therapiemethoden

Konservative Therapie:	Invasive Therapie:
- allgemeine Maßnahmen	- Gelenkerhaltende operative Eingriffe
- physikalische und funktionelle Therapie	- Gelenkersetzende operative Eingriffe
- medikamentöse Therapie	
- Krafttraining	

1.5.1. Konservative Therapie

Die Ziele der konservativen Therapie sind [10,39]:

- Schmerzbekämpfung,
- Entzündungsdämpfung,
- Behandlung der Bewegungseinschränkung,
- Verbesserung des Knorpelstoffwechsels,
- Gelenkhygiene im Alltag,
- Orthopädische Maßnahmen zur Gelenkentlastung,
- Verbesserung des Knorpelstoffwechsels und
- Stabilisierung der Gelenkführungsorgane

I. Allgemeine Maßnahmen

Allgemeine Maßnahmen beinhalten die Beseitigung von sog. „Störfaktoren“, wie präarthrotische Deformitäten, Achsenfehlstellungen und Adipositas [12,20,39].

Die individuelle Aufklärung und Beratung der Patienten nimmt in der Therapie einen sehr hohen Stellenwert ein [12,20]. Thematik der Beratungsgespräche sind gelenkspezifische Aufklärungen zum sinnvollen Gelenkschutz und die Vermeidung von Überbelastungen durch beispielsweise Sprünge und langes Stehen auf harten Böden [12,20].

II. Medikamentöse Therapie

Die medikamentöse Therapie ist rein symptomatisch und beseitigt nicht die kausalen Faktoren der Arthrose Entstehung [39].

Anwendung soll nur nach kritischer Diagnose und immer in Begleitung mit der physikalischen und funktionelle Therapie erfolgen [39].

Die verwendeten Medikamente können in unterschiedliche Substanzklassen unterteilt werden [39] :

Tabelle 4: Gliederung der Medikation für Patienten mit Coxarthrose

Substanzklasse	Wirkungsweise	Medikamente	Anwendung
Nicht-steroidale Antirheumatika	Entzündungshemmung, Schmerzlinderung	Ibuprofen, Naproxen, Diclophenac, Acemetacin	Aktive Arthrose
Chondroprotektiva	Biosynthese der Knorpelzellen anregen um die Knorpeldestruktion zu verhindern.	Gelatine Hyaluronsäure Kollagen- Hydrolysat	Latente Phase der Arthrose
Myotonolytika	Entspannung der peripheren Muskeln	Tetrazepam Flupirtin	Kurzfristig bei akuter Muskel- verspannung
Analgetika	Reine Schmerzbehandlung	Paracetamol	Frühphase der Arthrose

III. Physikalische und funktionelle Therapie

Ziel dieser Therapieform ist es, durch geeignete Trainingsmethoden und physikalische Behandlungen die volle Beweglichkeit des Hüftgelenks und die Stabilität der peripheren Muskulatur konstant zu halten [20,39,41]. Hackenbroch et al. veröffentlichten bereits 1992, dass „dosierte Bewegung“ fundamentale Auswirkungen für eine erfolgreiche Therapie und Prophylaxe ist [36].

Die physikalischen Therapiekonzepte unterscheiden sich in der Behandlung der akuten und subakuten Arthrose [39].

Therapieansätze während der akuten Phase beinhalten passive und ruhigstellende Maßnahmen. Die Gelenkposition sollte nahe der Nullstellung gehalten werden, um eine Entlastung zu erreichen. Das akute Schmerzempfinden des Patienten kann durch lokales Kühlen und Alkoholumschläge herabgesetzt werden[39,41].

In der subakuten bzw. chronischen Phase wird gezielt durch Wärmebehandlung, Mittelfrequenz-Elektrotherapie, Bindegewebsmassagen, Hochvolttherapie, Ultraschalltherapie, Gangschulung, Hydrotherapie, Krafttraining sowie Bewegungsübungen im gesamten Bewegungsradius, die Funktion, der Muskeltonus und der Gelenk-/ Knorpelstoffwechsel verbessert [20,39].

Sportarten ohne Körperkontakt mit rhythmischen Bewegungsabfolgen (z.B. Laufen, Nordic Walking, Skilanglauf, Schwimmen oder Radfahren) haben neben einem positiven psychologischen Effekt auch positive Auswirkungen auf das Gelenk. Die Durchblutung des Knorpels und des Gelenkes wird gefördert, die Muskulatur gekräftigt sowie die Versteifung des Gelenkes verzögert [39].

Ist durch den fortgeschrittenen Verlauf der Coxarthrose Sport nicht mehr möglich, kann alternativ Ergotherapie angewendet werden, um den Alltag des Patienten angenehmer zu gestalten [39].

Das Krafttraining

Die schmerzbedingte Schonhaltung und die funktionellen Einschränkungen führen zu einer Atrophie und zu einer schnellen Ermüdung der Hüftmuskulatur. Wie in Kapitel 1.4 unter römisch III aufgeführt, kommt es zu einer vermehrten Belastung des Gelenkes. Die Mehrbelastung fördert Gelenkentzündungen und führt zu Schmerzen. Das Kräfteverhältnis führt durch die Schonhaltung zu einem erhöhten Gelenkinnendruck und verändert die Gelenkkongruenz. Aus diesem Grund hat das Krafttraining durch gezielten Muskelaufbau das Ziel, den Schmerz zu reduzieren, das Gelenk zu stabilisieren und die Hüftmuskulatur auf Stärke und Ausdauer zu trainieren [41,66].

Gilbey et al. belegten, dass präoperatives Krafttraining für die Arthrosepatienten eine wesentliche Rolle in der Genesung nach einer Hüfttotalprothese spielt. So wiesen ihre Probanden gegenüber der Kontrollgruppe eine höhere Maximalkraft der Hüftabduktoren und ein besseres Gangbild auf [31,41].

Wissenschaftliche Studien befassen sich gehäuft mit der Arthrose des Kniegelenks [6,43]. So bewiesen Fisher und Pendergast an 130 Probanden mit Gonarthrose in ihrer Studie, dass ein quantitativ progressives Training mit enger Patientenführung, einen Zuwachs der Maximalkraft und Kraftdauer von 35% und der Schnellkraft von 50% erbringt [43]. Bei 90% der Teilnehmer konnte zusätzlich eine Reduktion der Schmerzen verzeichnet werden. Horstmann et al. zeigten, bei zusätzlich isokinetisch trainierten Probanden, einen signifikanten Unterschied in Kraftausdauerleistung der Kniestreckmuskulatur (26%) und eine Verminderung der Schmerzen, im Vergleich zu einer konservativ-klassischen behandelten Gonarthrose-Patientengruppe[43,45].

Therapieansätze und einzelne Trainingsformen, speziell für die Coxarthrose müssen in zukünftigen Studien vermehrt untersucht und erörtert werden, um eine Optimierung zu bedingen [6].

Momentan favorisiert ist das dynamisch-konzentrische Konzept, das sich durch eine Spannungsentwicklung gegen einen Widerstand (variabel, konstant oder angepasst) mit Muskellängenverkürzung auszeichnet. Es führt zur Verbesserung des Muskelvolumens und der Kraftausdauer [41,50].

Das Gewicht des Körpers und der Extremitäten ist ausreichend, um die Kraftausdauer der Arthrotiker zu trainieren, da durch Zusatzgewichte (wie in der Kraftausdauer bei Sportlern genutzt) eine Überbelastung nicht ausgeschlossen werden kann.

Hüftsportgruppe

Aufgrund der oben genannten Erkenntnisse wurde 1996 die Hüftsportgruppe in Tübingen gegründet, um mit Patienten 60 Minuten wöchentlich unter Aufsicht eines Physiotherapeuten zu trainieren. Ziel der Hüftsportgruppe ist es mittels verbesserter Bewegungsmöglichkeiten die Lebensqualität im Alltag zu steigern, wobei der Schwerpunkt der Therapie im Bereich der Kraftausdauer und der Kräftigung der Hüftmuskulatur liegt [41]. Daneben versucht man mit gezielten

Dehnungsübungen der extensorischen und abduktorischen Muskulatur, der Verkürzung der Muskulatur entgegen zu wirken [44]. Neben den Zielen der Kräftigung und Dehnung der Hüftmuskulatur ist ein weiteres motorisches Ziel, die Mobilisierung und Stabilisation der Lenden-Becken-Hüft-Region mittels Schulung des aufrechten Ganges und der koordinativen Fähigkeiten [41]. Neben den praktischen Übungen spielt die theoretische Aufklärung über anatomische und trainingswissenschaftliche Zusammenhänge eine entscheidende Rolle für eine effektive und korrekte Ausführung der in Eigeninitiative ausgeübten Trainingsübungen [41]. Die Patienten der Hüftgruppe geben an, dass die Therapie neben einem optimierten Kraft-, Bewegungs- und Körpergefühl auch eine verbesserte Dehnfähigkeit, aber insbesondere eine Reduktion der Beschwerden ergeben hat [41,42].

Ein weiteres Programm entwickelte Dr. Erwin Tak aus den Niederlanden. Das Programm „Hop with the hip“ ist speziell für Patienten mit Coxarthrose entwickelt worden. „Hop with the hip“ ist ein individuelles 8-wöchiges Bewegungsprogramm, in dem Patienten einmal die Woche unter Aufsicht eines Physiotherapeuten gezielt Muskelaufbau und Ausdauer an Fitnessgeräten (Fahrradergometer, Laufband, Beinpresse, Theraband) trainieren [66]. Es kommt zu einer Reduktion des Schmerzempfindens und zu einer verbesserten Beweglichkeit des Hüftgelenks [66].

1.5.2. Invasive Therapie

Teilweiser oder kompletter Ersatz eines erkrankten Gelenkes in der invasiven Therapie, soll eine Minimierung beziehungsweise eine Beseitigung der Coxarthrose bewirken [20,36,39]. Die Therapie wird auf jeden Patienten und jedes klinische Erscheinungsbild individuell abgestimmt [20,36,39].

1.6 Zielsetzung der Studie

Wie in Kapitel 1.4 angemerkt, existiert eine minimale Anzahl von Studien, die sich mit dem Kraftverhalten von Coxarthrosepatienten befassen [22,42,66]. Fransen et al erörtern und diskutierten in ihrem „systematic Review“ vier Studien die sich mit dem Kraftverhalten bei Coxarthrose befassten und 16 Studien zum Thema Kraftverhalten bei Gonarthrose [28].

Zu den möglichen Einflüssen eines trainierten Muskels auf die Coxarthrose, existieren wiederum eine minimal Anzahl an Veröffentlichungen [22,31,41-44,57]. Hauptsächlich befassen sich die Studien der Coxarthrose, bei Martini et al und Gilbey et al mit Kraftunterschieden zwischen präoperativ trainierten Patienten und konventionell behandelten Patienten nach chirurgischem Gelenkersatz [31,57]. Hostmann et al untersuchten in ihren Studien konservative Therapiekonzepte. Der Schwerpunkt der Arbeit lag in der Gegenüberstellung und Differenzierung von Arthrosepatienten [41-44].

Studien zum Kraftverhalten bei Gonarthrose sind in der Literatur umfangreich vertreten [22,24-26,38,70]. Fisher und Pendergast zeigten an 50 Probanden mit Gonarthrose, dass ein progressives Training eine Maximalkraftverbesserung von 35% und eine Schnellkraftverbesserung von 50% erbringen kann. Der Schmerz reduzierte sich, laut den Angaben der Probanden um fast 90% [25]. Hostmann et al führten ebenfalls eine Studie zur Kraftausdauerleistung bei Gonarthrosepatienten durch, wobei die Erkenntnisse von Fisher und Pedergast unterstrichen wurden [45].

Nach eingehender Literaturrecherche befasste sich lediglich Arokoski mit dem Kraftverhalten zwischen Coxarthrosepatienten und einer gesunden Kontrollgruppe. Arokoski et al zeigten, dass Coxarthrosepatienten in der isokinetischen Maximalkraft bei der Hüftflexion 18% geringere Werte haben. Bei der isometrischen Maximalkraft wiesen die Coxarthrosepatienten in allen Bewegungsrichtungen, außer der Extension verringerte Kraftwerte (22%-31%) auf [6].

Wegen der geringen Studienanzahl und den daraus resultierenden Ergebnissen für die Coxarthrose, ist die Zielsetzung dieser Studie, das Kraftverhalten der hüftumgebenden Muskulatur von Coxarthrosepatienten im Vergleich zu gesunden Probanden zu analysieren und Defizite zu verifizieren. Es werden Vergleiche in der isometrischen und isokinetischen Maximalkraft bei Abduktion, Adduktion, Flexion und Extension durchgeführt. Die Erkenntnisse der vorliegenden Studie sollen zur Optimierung der funktionellen Therapie herangezogen werden.

2. Fragestellung und Hypothesen

2.1 Fragen und Ziele

Mittels isokinetischen und isometrischen Kraftmessungen soll in dieser Studie die Krafft ahigkeit von Coxarthrosepatienten im Vergleich zu gesunden Probanden dargestellt werden. Dazu wird das maximale Drehmoment der hüftumgebenden Muskulatur in Isometrie und Isokinetik analysiert.

Ziel dieser Studie ist es, mittels der gewonnen Messwerte ein Kraftprofil der h ftgelenksumgebenden Muskulatur von Arthrosepatienten im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe zu erstellen, so dass für die Therapie zielgerichtete Bewegungsprogramme abgeleitet werden können. Dazu erscheint folgende Fragestellung relevant:

- Gibt es Unterschiede im Kraftprofil der h ftgelenksumgebenden Muskulatur zwischen den Probanden aus der Kontrollgruppe (=KO) und der Osteoarthrosegruppe (=OA)?

2.2 Hypothesenbildungen

Um die oben beschriebene Fragestellung zu beantworten, werden entsprechende Arbeitshypothesen gebildet. Diese werden als Null¹- und Alternativhypothese aufgestellt. Durch statistische Prüfverfahren wird versucht die jeweilige Nullhypothese zu widerlegen, um die Alternativhypothese annehmen zu können. Als Testniveau wird $\alpha = 0,05$ festgelegt. Bei einem Niveau größer bzw. gleich 5% wird die Nullhypothese verworfen.

Arbeitshypothesen zur Beantwortung der Fragestellung:

¹ Auf die Ausformulierung der Nullhypothese wird hier jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet, da sie das genaue Gegenteil der Alternativhypothese bedeutet.

H1: Coxarthrosepatienten entwickeln in den Bewegungen Hüftabduktion, -adduktion, -flexion und -extension eine geringere isokinetische Maximalkraft als gesunde Probanden.

H2: Coxarthrosepatienten entwickeln in den Bewegungen Hüftabduktion, -adduktion, -flexion und -extension eine geringere isometrische Maximalkraft als gesunde Probanden.

Die einzelnen Bewegungsrichtungen Abduktion, Adduktion, Flexion und Extension werden zu Vereinfachung in den formulierten Arbeitshypothesen H1 und H2 zusammen gefasst formuliert. In der Auswertung wird die Richtigkeit der Arbeitshypothese H1 und H2 separat für jede der Bewegungsrichtungen geprüft. Neben den geschlechtsunspezifischen Prüfungen der Arbeitshypothesen H1 und H2 werden die Hypothesen H1 und H2 auch geschlechtsspezifisch geprüft.

3. Methodik

3.1 Probandenkollektiv

3.1.1 Charakterisierung des Probandenkollektivs

Für die Studie wurde ein Probandengut von 33 Personen rekrutiert. Die Auswahl der Probanden verlief geschlechtsunabhängig. Die Probanden befanden sich im Alter zwischen 54 und 75 Jahren.

Aus den 33 Probanden wurden zwei Gruppen gebildet.

Kontrollgruppe (= KO): 15 Probanden ohne pathologischen Befund

Arthrosegruppe (= OA): 18 Probanden mit arthrotisch verändertem Hüftgelenk

Tabelle 5: Charakteristika der Studienpopulation

Gruppe	Anzahl (n)	Geschlecht	Pathologie	Alter	BMI $\bar{\sigma}$
Kontrollgruppe	15	10 w / 5 m	Keine	54-73	24,3 kg/m ²
Arthrosegruppe	18	13 w / 5 m	OA Hüfte	56-75	25,6 kg/m ²
Arthrosegruppe „gematcht“	15	10 w / 5 m	OA Hüfte	56-75	25,4 kg/m ²

Um einen homogenen Probandenpool zu bekommen wurde das Probandenkollektiv „gematcht“ (=angepasst). Grau et al. wiesen in ihrer Studie auf die Wichtigkeit der „gematchten“ Daten hin [33]. Sie teilten 52 Probanden der Kontrollgruppe in drei Gruppen auf (1. Gruppe „ungematcht“, 2. Gruppe nach Geschlecht gematcht, 3. Gruppe nach Geschlecht, Größe und Gewicht „gematcht“). Die Aussagekraft der Messwerte verbesserte sich nach dem „Matchen“ des Probandenkollektivs der Kontrollgruppe nach Geschlecht, Größe und Gewicht signifikant [33].

Bei nicht „gematchten“ Studien besteht die Möglichkeit, dass Differenzen in den Zielvariablen übersehen oder überschätzt werden und das Ergebnis verfälscht wird [11].

In dieser Studie waren das Alter und das Geschlecht, die größten Einflussvariablen der Kraft. Das Alter und das Geschlecht wurden gematcht, da sie auf die Messwerte die größte Auswirkung hatten. Hierzu wurden drei der weiblichen Probanden der Arthrosegruppe nach dem Gesichtspunkt des Alters selektiert.

3.1.2 Probandenrekrutierung

Die gesunden Probanden der KO wurden aus dem Bekanntenkreis eines Projektmitarbeiters rekrutiert, der im Kontakt mit zwei Tübinger Sportvereinen steht.

Die Probanden der OA wurden aus der Hüftgruppe des Präventionssportvereins Tübingen e.V. ausgewählt, in der ein Mitarbeiter der Studie seit mehreren Jahren die Kursleitung inne hat.

3.1.3 Ein- und Ausschlusskriterien für die beiden Gruppen

Einschlusskriterien der KO

Die Probanden wurden mündlich und schriftlich über den Verlauf der Studieninhalte und -ziele in Kenntnis gesetzt. Nach dem freiwilligen Einverständnis des Probanden zur Teilnahme an der Studie wurde er vorläufig in die KO aufgenommen, wenn keine der folgenden Ausschlusskriterien zutrafen.

Ausschlusskriterien der KO

Ein Proband konnte nicht in die KO aufgenommen werden, wenn es bekannte Pathologien im Bereich der unteren Extremitäten (=UEX) oder dem unteren Rücken gab, die eine Behandlung durch einen Arzt oder Therapeuten erforderlich machten.

Des Weiteren konnte ein Proband nicht aufgenommen werden, wenn in der Vergangenheit Operationen im Bereich des Sprunggelenks, des Knies und der Hüfte durchgeführt wurden (Ausnahmen: minimal-invasive Technik).

Ebenso wurde der Proband bei Medikamenten- oder Alkoholmissbrauch aus der KO ausgegliedert.

Ein weiteres Ausschlusskriterium war die Tatsache, dass der Proband in einem Zeitraum von 4 Wochen schon an einer anderen klinischen Studie teilgenommen hatte.

Um die Studie durchführen zu können, war die Mitarbeit des Probanden von äußerster Wichtigkeit. Aus diesem Grunde fielen alle Probanden mit einer fehlenden Compliance aus der KO.

Einschlusskriterien der OA

Das einzige Einschlusskriterium, welches der Proband der OA erfüllen musste, war das Vorliegen einer Osteoarthrose am Hüftgelenk.

Ebenso wie in der KO wurde der Proband über Studieninhalte und -ziele schriftlich und mündlich aufgeklärt. Nachdem er sein freiwilliges Einverständnis zum Studienvorhaben gegeben hatte, wurde er vorläufig in die OA aufgenommen, wenn keine der folgenden Ausschlusskriterien zutrafen.

Ausschlusskriterien der OA

Aus Sicherheitsgründen wurden Probanden, bei denen pathologische Veränderungen im Bereich der UEX oder dem unteren Rücken bekannt waren, die die Behandlung eines Arztes oder Therapeuten erforderlich machten, aus der OA ausgeschlossen, ebenso Patienten die eine instabile Verankerung besaßen. Kein Ausschluss erfolgte beim Vorliegen von Arthrose an mehreren Gelenken, z.B. Hüft- und Kniearthrose.

Probanden, die eine fehlende Compliance aufwiesen, an einem Medikamenten- oder Alkoholabusus litten oder aber in den letzten 4 Wochen an einer klinischen Studie teilgenommen hatten, wurden wie bei der KO aussortiert.

3.1.4 Anamnese, klinische Untersuchung und radiologischer Befund

Der endgültige Studieneinschluss erfolgte erst nach der Untersuchung des Prüfarztes, der die Eingangsdiagnose bestätigte und weitere Erkrankungen ausschloss.

Die Untersuchung des Prüfarztes für die Patientengruppen beinhaltete:

- Anamneseerhebung
- Klinische Untersuchung
- Radiologischer Befund (wenn der Patient aktuelle Röntgenbilder besitzt)

Es wurden im Rahmen der Untersuchung keine weiteren Röntgenbilder zur Beurteilung erstellt, da man Arthrose anhand der ACR-Klassifikation (= American College of Rheumatology) mit zufriedenstellender Spezifität und Sensitivität feststellen kann (siehe Tab 5) [5].

Durch den WOMAC-Index (= Western Ontario Mc Masters University) wurde der klinische Befund ergänzt. Der WOMAC-Index beinhaltet fünf Fragen zum Schmerz, zwei zur Gelenksteife und 17 zum Funktionsstatus des Patienten (siehe Tabelle 2). Der Index erlaubt eine differenzierte Einschätzung der Beschwerdesymptomatik der jeweiligen Probanden.

Bei vorhandenen aktuellen Röntgenbildern wurde das Stadium der Arthrose mit Hilfe der Stadieneinteilung nach Kellgren festgelegt (siehe Tab 6.) [75].

Tabelle 6: Auszug aus der ACR- Klassifikationskriterien der Coxarthrose nach Altman et al. [4]

Klinische und radiologische Befunde	Klinische Befunde
<p>Hüftschmerz plus mind. 2 der folgenden 3 Parameter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gelenkspaltverschmälerung • Blutsenkungsgeschwindigkeit < 20 mm/ • Osteophyten 	<p>Hüftschmerz plus ein Parameter.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alter > 50 Jahre • Hüftinnenrotation > 15° • Schmerzen während der Hüftinnenrotation • Steifigkeit < 60 Minuten oder plus zwei Parameter. • Alter > 50 Jahre • Hüftinnenrotation > 15° • Blutsenkungsgeschwindigkeit < 45 mm/h • falls die Blutsenkungsgeschwindigkeit nicht verfügbar ist, dann : Hüftflexion < 115°
<p>89% Sensitivität 91% Spezifität</p>	<p>86% Sensitivität 75% Spezifität</p>

Tabelle 7: Stadieneinteilung der Arthrose nach Kellgren [75]

Stadieneinteilung	
Stadium I	<ul style="list-style-type: none"> • keine Osteophyten • keine Gelenkspaltverschmälerung • geringe subchondrale Sklerosierung
Stadium II	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Gelenkspaltverschmälerung • angedeutete Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche • beginnende Osteophytenbildung
Stadium III	<ul style="list-style-type: none"> • ausgeprägte Osteophytenbildung • deutliche Unregelmäßigkeit der Gelenkflächen • Gelenkspaltverschmälerung • geringe subchondrale Sklerosierung
Stadium IV	<ul style="list-style-type: none"> • ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung bis zur vollständigen Destruktion • Deformierung / Nekrose der Gelenkpartner

3.1.5 Dauer der Studie

Die Studie war auf insgesamt neun Monate, inklusive der Auswertung und der Publikation der Daten terminiert.

Für den Probanden betrug der Zeitaufwand ca. 2 Stunden. Die zwei Stunden beinhalten, die Kraftmessungen (1h 15 min), die Beweglichkeitsuntersuchung (etwa 10 min), die ärztliche Untersuchung (etwa 10 min) und das Ausfüllen der Fragebögen (etwa 10 min).

3.2 Studiendesign

3.2.1 Schematische Darstellung des Studienablaufes

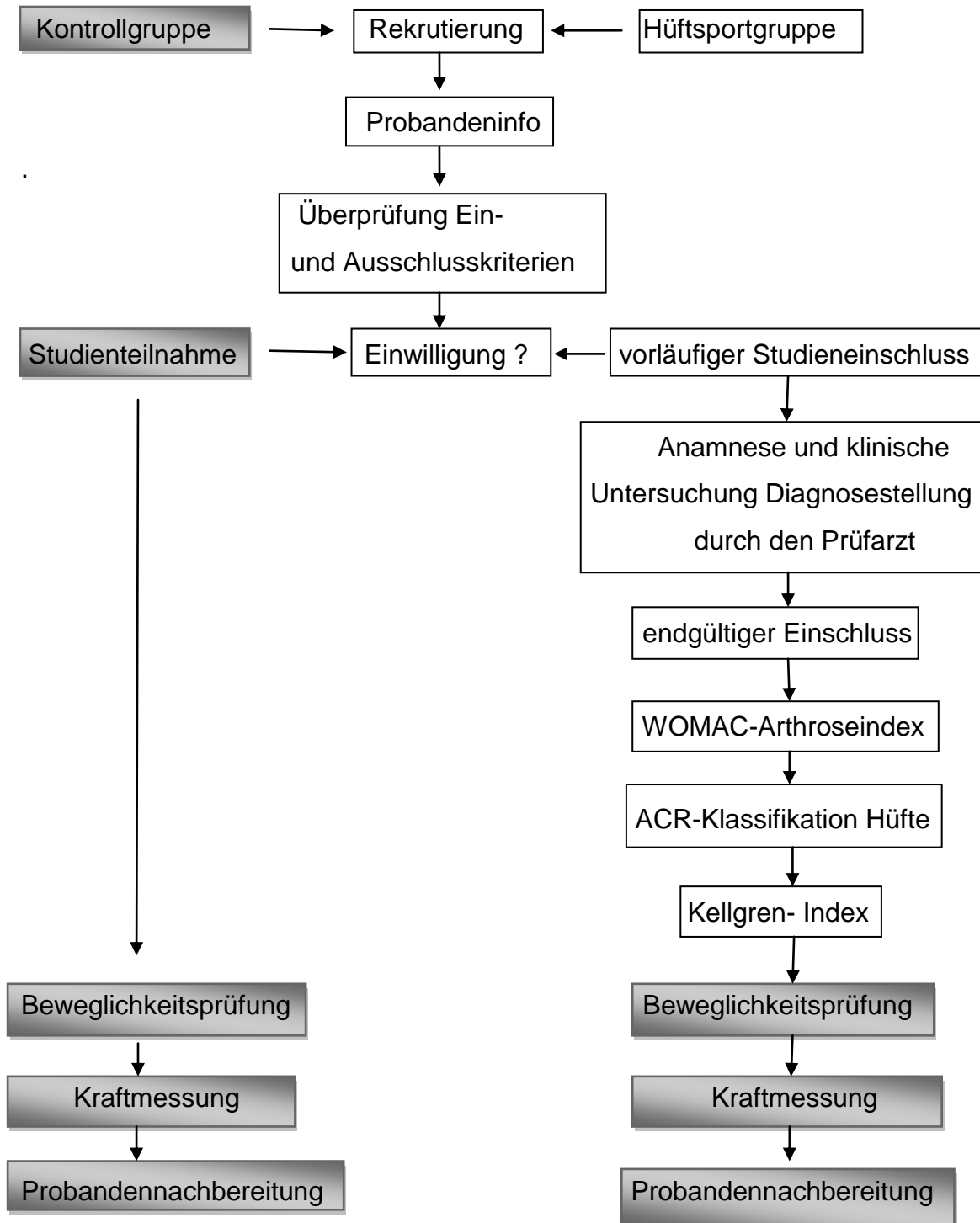


Abbildung 1: Schematischer Ablauf der Studie

3.2.2 Ablauf eines Messtages

Vor Ablauf der Messungen erhielten die Probanden eine theoretische Unterweisung und eine physiotherapeutische Untersuchung. Die physiotherapeutischen Untersuchungen beinhalteten eine Beweglichkeitsprüfung des Hüft-, Knie- und Sprunggelenks und eine Untersuchung der Statik.

In die Probandenakten wurden nur Abweichungen von der Norm dokumentiert. Anschließend erfolgte die Erfassung der Körpergröße und des Körpergewichts der Probanden, bevor die Kraftmessung am Dynamometer begann.

3.3 Die Maximalkraftmessung mit dem „IsoMed2000“

3.3.1 Gerätebeschreibung

Die isokinetischen und isometrischen Kraftmessungen wurden mit einem Dynamometer, dem „IsoMed2000“, der Firma D&R GmbH durchgeführt.

Der „IsoMed2000“ besteht aus einer Testliege, einer Steuereinheit mit Elektromotor und einem 17 Zoll TFT-Monitor auf dem die eigene IsoMed-Software zur Berechnung und Darstellung der ermittelten Messergebnisse installiert ist.

Durch die verstellbare Testliege sowie der beweglichen und höhenverstellbaren Säule kann man das Geräterotationszentrum des Isokineten auf die physiologische Bewegungsachse des jeweiligen Gelenkes einstellen.

Die Geschwindigkeitseinstellung kann von 1°/s bis 560°/s gewählt werden. Das maximale konzentrische/exzentrische Drehmoment liegt bei 700/750 Nm.

Der Isokinet bestimmt und korrigiert über eine Messrotation vor jeder Übung die Schwerkraftkomponenten. Die Schwerkraft, die vertikal auf die Extremität und den Hebelarm wirkt, wird gemessen und mit Hilfe des Computers rechnerisch ausbalanciert, wodurch eine Verfälschung der Messergebnisse ausbleibt und das tatsächlich durch die Muskelkraft generierte Drehmoment bestimmt werden kann.

Die Winkelgeschwindigkeit des Isokineten wird über einen sog. variablen Innenwiderstand, der sich an die vom Probanden ausgebildete Kraft adaptierte, konstant gehalten.

Um den Probanden eine Motivationshilfe zu geben, wurden alle Bewegungen, die der Proband ausführte, auf dem Monitor mittels eines Liniendiagramms sichtbar gemacht (siehe Abbildung 3).

Die Speicherung der Rohdaten erfolgte über die IsoMed2000 Software der Firma D&R GmbH. Die Auswertung der Rohdaten erfolgte mit JMP.

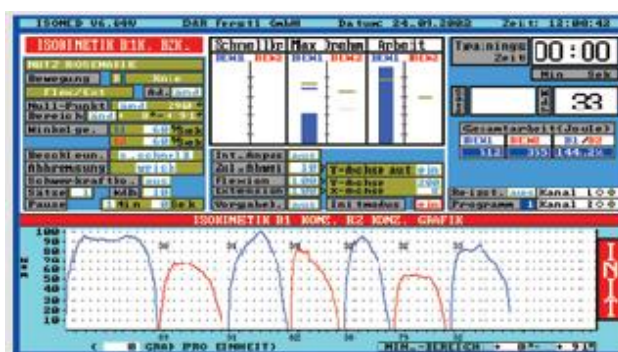


Abbildung 2: Bewegung der Probanden im Liniendiagramm

3.3.2 Vorbereitung des Probanden

Bevor mit der Kraftmessung begonnen wurde, wärmte sich der Proband an einem Fahrradergometer mit frei gewählter Wattzahl- zwischen 20-50 Watt- für 5 Minuten auf.

Anschließend begann die Kraftmessung am Dynamometer. Bei der Hüftgelenksmessung erfolgten Bewegungen in zwei verschiedenen Ebenen (Sagittalebene: Flexion, Extension; Frontalebene: Adduktion, Abduktion). Während der Kraftmessung wurde das Schmerzempfinden in der Bewegung der Probanden mittels der WOMAC-Schmerzskala (Intensität 1= keine Schmerzen- Intensität 11= maximaler Schmerzen) erfragt und dokumentiert.

Nach jedem Wechsel der Bewegungsebene wurde zur lokalen Muskelerwärmung ein Satz mit 15 Wiederholungen, mit geringem Krafteinsatz und einer Winkelgeschwindigkeit von 90°/s, durchgeführt. Der richtige Krafteinsatz für Probanden lag, bei einer Skala von Eins bis Zehn (Zehn = Maximalkraft), bei einer Intensität von Drei.

3.3.3 Das Messprotokoll

Die Messung begann mit der isokinetischen Maximalkraft in der Abduktion und Adduktion in der Frontalebene an einem Bein, anschließend erfolgte die Messung der isometrischen Maximalkraft in Adduktion und Abduktion am selben Bein. Dasselbe Messverfahren wurde anschließend am kontralateralen Bein durchgeführt.

Darauf folgte die Messung der isokinetischen und isometrischen Maximalkraft bei Flexion und Extension in der Sagittalebene sowohl für das rechte wie für das linke Bein.

Isokinetische Maximalkraftmessung

Zur Bestimmung der isokinetischen Maximalkraftmessung wurden 5 Wdh. (=Wiederholungen) mit maximalem Krafteinsatz durchgeführt.

Zur Gewöhnung an die Bewegung wurden 3 Wdh. mit submaximalem Krafteinsatz durchgeführt. Von den folgenden 5 maximalen Wdh. wurden die besten 3 Wdh.

gemittelt.

Isometrische Maximalkraft

Bei der isometrischen Maximalkraftbestimmung wurden in jeder Bewegungsrichtung 2 Gelenkwinkel vorgegeben. Um den Probanden an die Belastung anzupassen, führte er in jeder der 4 Bewegungsrichtungen zwei Anspannungsphasen mit submaximalem Krafteinsatz durch. Aus drei maximalen isometrischen Muskelanspannungen, die jeweils fünf Sekunden betragen, mittelte man die Maximalkraft für einen Gelenkwinkel. Der Gelenkwinkel betrug für die Abduktion/Adduktion $0^{\circ}/10^{\circ}$ und für die Flexion/Extension $20^{\circ}/40^{\circ}$

Messung der Maximalkraft bei Adduktion/Abduktion

Bei der Adduktion und Abduktion wurde der Proband in der stabilen Seitenlage auf der Testliege mit dem Beckengurt über den Hebel und das inaktive Bein fixiert.

Das distale Ende des Oberschenkels des aktiven Beins wurde wieder am Hebelarm über die „Sliding-Cuff“ (Gleitmanschette) befestigt.



Abbildung 3: Einstellung „IsoMed2000“ Adduktion/Abduktion

Tabelle 8: Schematische Darstellung des Messprotokolls: Kraftfähigkeit

Hüftgelenk- Abduktion/Adduktion

Lokale Muskelerwärmung		
1 Satz mit 15 Wdh. bei 90°/s		
Pause: 30 Sekunden		
Maximalkraft: isokinetisch		
<u>Gewöhnung</u> 3 Wdh. mit submaximalem Krafteinsatz und einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s Pause 30 Sek.	<u>Isokinetische Maximalkraftmessung</u> 5 Wdh. mit maximalem Krafteinsatz und einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s Bewegungsausmaß: 0°-35°	
Isometrische Maximalkraftmessungen im Hüftgelenk		
<u>Gewöhnung</u> 2 isometrische An- spannungen mit submaximalem Krafteinsatz Pause 30 Sek.	<u>Bewegungsrichtung: Abduktion</u> Winkel: 0° 5 Sek. maximale Anspannung Pause 30 Sek.	<u>Bewegungsrichtung: Adduktion</u> . Winkel 10° 5 Sek. maximale Anspannung Pause 30 Sek.
Pause: 2 Minuten		

Messung der Maximalkraft bei Flexion/Extension

Die Messung wurde in Rückenlage durchgeführt. Dabei hatte man das distale Ende des Oberschenkels am Hebelarm mit der sogenannten „Sliding-Cuff“ fixiert. Der Proband war auf der Testliege so fixiert, dass die Rotationsachse des Hüftgelenks der Rotationsachse des Hebelarms entspricht. Die Fixierung wurde mit Hilfe eines Brustgurts und eines Beckengurts garantiert (siehe Abbildung 5).

Um die Reproduzierbarkeit der Messungen zu gewährleisten, speicherte der „IsoMed2000“ die Einstellung jedes Probanden ab. Bei einer Messwiederholung konnten diese Einstellungen wieder abgerufen werden.

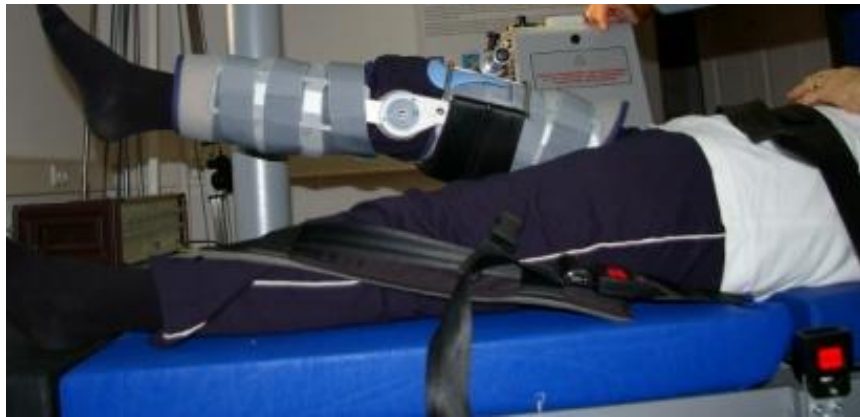


Abbildung 4: Einstellung „IsoMed2000“ Flexion/Extension

Tabelle 9: Schematische Darstellung des Messprotokolls: Kraftfähigkeit

Hüftgelenk- Flexion/Extension

Lokale Muskelerwärmung		
1 Satz mit 15 Wdh. bei 90°/s		
Pause: 30 Sekunden		
Maximalkraft: Isokinetisch		
<u>Gewöhnung</u> 3 Wdh. mit submaximalem Krafteinsatz bei 60°/s Pause 30 Sek.	<u>Isokinetische Maximalkraftmessung</u> 5 Wdh. mit maximalem Krafteinsatz und einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s Bewegungsausmaß: 10°-65°	
Pause: 2 Minuten		
Isometrische Maximalkraftmessungen im Hüftgelenk		
<u>Gewöhnung</u> 2 isometrische An- spannungen mit submaximalem Krafteinsatz Pause 30 Sek.	<u>Bewegungsrichtung: Flexion</u> Winkel: 20° 5 Sek. maximale Anspannung Pause 30 Sek.	<u>Bewegungsrichtung: Extension</u> Winkel 40° 5 Sek. maximale Anspannung Pause 30 Sek.

Im Falle von Fehlfunktionen, hatte der Proband aus Sicherheitsgründen bei allen Messungen die Möglichkeit, das Messprotokoll jeder Zeit zu unterbrechen oder abubrechen. Nach den Kraftmessungen konnten sich die Probanden durch einen Physiotherapeuten nachbehandeln lassen. Dies diente der Detonisierung der Muskulatur und der Gelenkentlastung.

3.4 Statistische Auswertungen

3.4.1 Statistisches Programm

Die Rohdaten der Kraftmessung wurden mit Hilfe des Statistikprogramms JMP 7.0 (SAS Institute Inc.) in einer Datenbank erfasst und ausgewertet. Die graphische Darstellung der einzelnen relativen Mittelwerte erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm „Microsoft-Excel“.

3.4.2 Normalverteilung

Die Normalverteilung ist ein Typ der kontinuierlichen Wahrscheinlichkeitsverteilung. Die Dichte der Normalverteilung kann über die Gauß-Glocke graphisch dargestellt werden und dient dazu, die Abweichung der Mittelwertschätzung zum tatsächlichen Mittelwert mit Hilfe des 95%-Konfidenzintervall zu vergleichen. Die Intervalllänge spiegelt die Variabilität der Daten und ihren Umfang wider. Damit werden stichprobenabhängige Zufallsschwankungen in den Messungen berücksichtigt [63].

3.4.3 Der t-Test

Der t-Test ist ein parametrischer Signifikanztest, der anhand eines Parameters die Gleichheit bzw. Ungleichheit zweier Gruppen testet [53]. Die Voraussetzungen für den „Student t-Test“ ist die Annahme einer Normalverteilung der zu betrachtenden Zielvariablen [53].

In dieser Studie wurde als Signifikanztest der „Student t-Test“ gewählt. Ausschlaggebend war, dass nur ein Parameter, die „Kraft“, getestet und erhoben wurde. Die vorhandenen Daten wurden visuell auf Normalverteilung geprüft, wodurch der Student t-Test angewendet werden konnte (siehe 3.4.2).

I. Mittelwertbestimmung

Um eine Reduktion der vorliegenden Messdaten zu erhalten, wird die deskriptive Statistik angewandt. Der Mittelwert wird aus den Daten der jeweiligen Untersuchung des einzelnen Probanden gebildet. Es kennzeichnet die zentrale Tendenz einer Verteilung und wird berechnet, indem die Summe aller Werte durch die Anzahl (n) aller Werte dividiert wird [13].

Beinhalten die Daten des Probandengutes Extremwerte, muss aufgrund der Verfälschung der Messwerte an Stelle der Mittelwertbestimmung, der Medianwert bestimmt werden. Der Medianwert ergibt sich dabei, indem die sortierten Stichproben genau in der Mitte geteilt werden [52].

In dieser Studie existieren keine Extremwerte, weswegen auf die Medianwertbestimmung verzichtet werden kann.

Neben dem Mittelwert werden, um eine Verteilung besser beschreiben zu können, die Standardabweichung und das 95%ige Konfidenzintervall bestimmt.

II. Standardabweichung

Um die Verteilung einer Messreihe sinnvoll interpretieren zu können, muss die Variabilität (Streuung) innerhalb der Messreihe veranschaulicht werden [51]. Zur Veranschaulichung gibt es verschiedene Alternativen, einmal über den Interquartilsabstand und einmal über die Varianz, beziehungsweise die Standardabweichung [51]. Beim Interquartilsabstand, wird die Differenz von 75%- und 25%-Quantil bestimmt [3].

Bei der Bestimmung der Varianz wird die Summe der Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert im Quadrat, geteilt durch die Stichprobenzahl minus eins berechnet. Da durch die Bildung des Quadrats die Varianz eine andere Dimensionierung aufweist als der Mittelwert, wird in der Regel die Standardabweichung angegeben [51].

Die Standardabweichung lässt sich mittels der Wurzel aus der Varianz berechnen [13].

III. Konfidenzintervall

In der graphischen Darstellung von JMP wird das Ergebnis, um signifikante Unterschiede sichtbar zu machen, mittels eines 95%igen Konfidenzintervalls dargestellt. Der 95%ige Konfidenzintervall wird über den Standardfehler berechnet. Dieser ist von der Standardabweichung (s) und der Anzahl der Probanden (n) abhängig. Dieses Konfidenzintervall stellt den Bereich dar, in welchem 95% der Messwerte zu erwarten sind. Aus diesen Daten kann der Mittelwert eruiert werden [8]. Je kleiner die Standardabweichung und je größer

die Zahl der Probanden, desto schmaler wird das Konfidenzintervall. Ein signifikanter Unterschied zwischen zwei Gruppen ist dann vorhanden, wenn die Konfidenzintervalle der beiden Stichproben nicht mehr überlappen [13].

IV. t-Test

Beim t-Test wird ein Effektmaß aus dem Standardfehler, der Differenz zweier Mittelwerte, normiert. Der p-Wert steht für die Wahrscheinlichkeit, dass unter der Annahme der Richtigkeit der Nullhypothese sich die Daten wie angenommen realisieren [9].

Um eine statistische Signifikanz für die Messwerte zu bekommen, muss eine maximale Irrtumswahrscheinlichkeit für die Nullhypothese festgelegt werden, das Signifikanzniveau (α). Ist der p-Wert kleiner, so liegt eine statistische Signifikanz für das festgelegte Niveau α vor und die Nullhypothese wird verworfen. Es trifft dann die Alternativhypothese zu [9].

3.4.3 Auswertung

Die Rohdaten des Messprotokolls wurden nach charakteristischen Kenngrößen zusammengefasst, graphisch dargestellt und analysiert.

Graphisch wird das maximale Drehmoment während der isokinetischen Bewegung bei der Abduktion, Adduktion, Flexion und Extension zwischen der OA und der KO verglichen, unter Berücksichtigung des Körpergewichtes (Bestimmung des relativen Wertes Nm/kg). Aus den einzelnen relativen Werten wird das mathematische Mittel für die beiden Gruppen (OA/KO) gebildet. In dieser Studie wurden Messungen für das linke und das rechte Bein zusammengefasst und gemittelt.

Die gemittelten relativen Maximalkraftwerte (Nm/kg) der einzelnen Bewegungsrichtungen wurden mittels des t-Tests auf die statistische Signifikanz geprüft und in „Microsoft -Excel“ graphisch als Balken in Form eines Balkendiagramms dargestellt. In einem Schaubild wurden alle vier Bewegungsrichtungen (Abduktion, Adduktion, Flexion, Extension) zwischen OA (blauer Balken) und KO (roter Balken) gegenübergestellt. Die Differenz zwischen den beiden Balken (Mittelwerten) der KO und der OA wurden prozentual errechnet und im Schaubild über den einzelnen

Bewegungsrichtungen vermerkt. Die Werte der KO entsprechen hierbei 100%. Die Standardabweichung der einzelnen Bewegungsrichtungen der Gruppen wurde in Form eines „T“ an den einzelnen Balken graphisch dargestellt.

Nach demselben Prinzip wurden sowohl die isokinetischen als auch die isometrischen Daten, geschlechterunspezifisch sowie geschlechterspezifisch, analysiert und graphisch dargestellt.

Streuung (Variabilität)

Die Streuung der einzelnen Probandenwerte wird im folgenden Diagramm anhand der Abduktion exemplarisch für alle weiteren Bewegungsformen dargestellt. In Abbildung 7 sind die Einzelwerte für die Abduktion der Probanden aus der OA (0) sowie aus der KO (1) abgebildet. Der Mittelwert der Gruppe 0 und 1 wird graphisch über die waagrechte Diagonale einer grünen Raute dargestellt. Die Streuung wird in der Abbildung mit Hilfe des Interquartilsabstand, mittels Box-and-Whisker-Plots dargestellt. Die Medianlinie des Box-Plots stimmt mit der waagrechten Diagonale des Mittelwertes annähernd überein. Diese annähernde Übereinstimmung, sowie die visuelle Kontrolle des Datenguts mittels Histogramm, lassen auf eine annähernde Normalverteilung schließen. Die Mittelwerte, sowie die Medianwerte befinden sich gehäuft in der Mitte der Gauß-Glocke. Eine theoretisch vollständige Normverteilung ist in der Praxis nicht realisierbar [53].

Auf Grund der vorliegenden Normverteilung, kann in der vorliegenden Arbeit der parametrische „t-Test“ durchgeführt werden und auf nicht-parametrische Testverfahren verzichtet werden. Die graphische Überprüfung wurde auf alle Messgrößen angewandt.

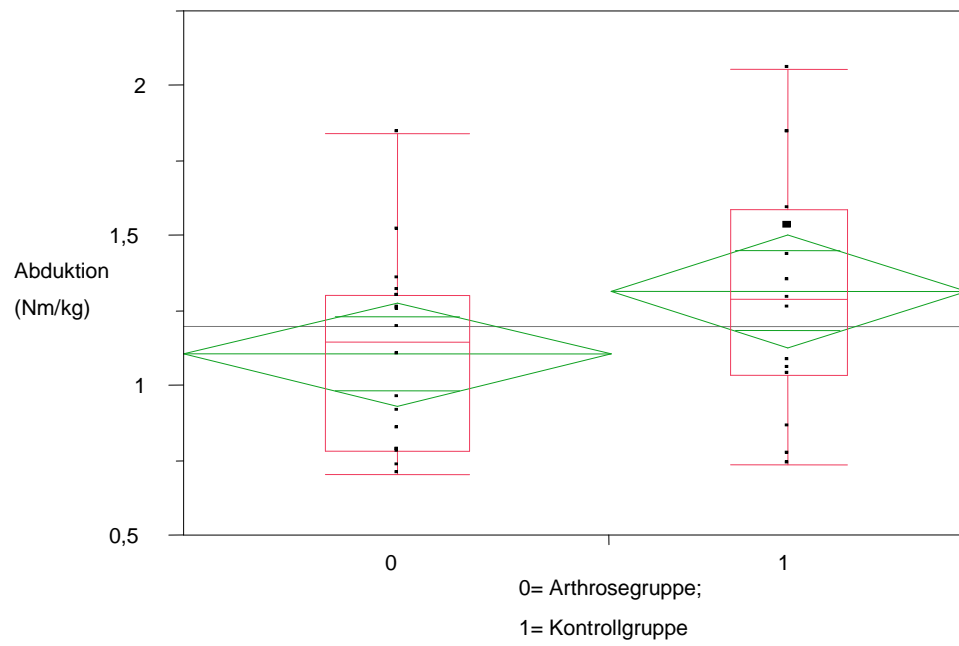


Abbildung 5: Exemplarische Darstellung des Interquartilsabstand mittels Box-and Whisker-Plots

4. Ergebnisse

Dieses Kapitel gliedert sich nach den formulierten Hypothesen aus Kapitel 2.2. Zur besseren Übersicht wurden die tabellarischen Daten im Text auf zwei Stellen hinter dem Komma gerundet. Der p-Wert wird auf drei Stellen hinter dem Komma gerundet angegeben.

Der Probandenpool umfasst:

Tabelle 10: Probandenpool Kontroll- und Arthrosegruppe

OA	Geschlecht		Alter	Größe/cm	Gewicht/kg	BMI	KO	Geschlecht		Alter	Größe/cm	Gewicht/kg	BMI
0	w ²		72	157	75	30,4	1	m		54	158	70	28
0	w		65	163	74	27,9	1	m		59	159	76	30,1
0	w		61	162	54	20,6	1	m		68	161,5	55,5	21,3
0	m		62	168	69	24,5	1	m		65	163,5	53,5	20
0	w		68	177	79	25,2	1	m		73	164	73	27,1
0	w		67	179	78,5	24,5	1	w		72	165	66,2	24,3
0	w		65	174,5	77	25,3	1	w		71	167	60	21,5
0	w		60	165	75	27,6	1	w		62	167	72	25,8
0	m		56	172,5	85	27,1	1	w		56	169,5	69,3	24,1
0	w ²		71	160	59,1	23,1	1	w		67	172,5	59	19,8
0	w		67	160,5	59	22,9	1	w		56	172,5	80,5	27,1
0	w		56	163,5	77	28,8	1	w		60	177	79	25,2
0	w ²		63	165,5	70,3	25,7	1	w		59	178,5	78	24,5
0	w		68	171,5	72	24,5	1	w		65	182,5	70	21
0	m		68	173,5	78,5	26,1	1	w		57	187	83,5	23,9
0	m		75	178,5	87	27,3							
0	w		62	170	73	25,3							
0	m		57	182	82	24,8							
18	5 m	13 w					15	5 m	10w				
				Arthrosegruppe				Kontrollgruppe					
				Alter	Größe	Gewicht	BMI	Alter	Größe	Gewicht	BMI		
Mittelwert				64,7	169,1	73,6	25,6	62,9	169,6	69,7	24,3		
Standardabweichung				5,5	7,4	8,6	2,3	6,2	8,6	9,3	3,1		
gematcht			Mittel	63,8	170	74,4	25,5						
			Std.	5,3	6,8	8,5	2,1						
geschlechts-spezifisch			w	Mittel	63,4	167,5	71	25,3	64,7	165	66,6	24,5	
				Std	4	6	8,1	2,4	6,7	5	9,2	3,7	
			m	Mittel	63,6	174,9	79,4	25,9	59,4	178,9	76	23,7	
				Std	8	5,4	6,6	1,3	3,5	6,5	6,1	1,6	

² Rot: Wegen der Matchung der Daten, selektierte Probanden (siehe 3.1.1)

4.1 Isokinetische Maximalkraft

H1: Coxarthrosepatienten entwickeln in den Bewegungen Hüftabduktion, -adduktion, -flexion und -extension eine geringere isokinetische Maximalkraft als gesunde Personen.

4.1.1 Isokinetische Maximalkraft geschlechterunspezifisch

Im geschlechterunspezifischen Gruppenvergleich der isokinetischen Kraftmaxima, weist die Kontrollgruppe in allen Bewegungsrichtungen höhere Maximalkraftwerte auf (6,1-15,7%). Diese sind jedoch nicht statistisch signifikant. Weswegen die Arbeitshypothese H1 für alle Bewegungsrichtungen verworfen werden muss.

Schmerzen während der Ausführungen der Messbewegung gaben fünf Probanden in der Abduktion/Adduktion, mit einer Intensität von: 1,5; 1,5; 5; 2,5; 1,5 und drei der fünf Probanden zusätzlich in der Flexion/Extension, mit einer Intensität von: 2; 2; 1, an.

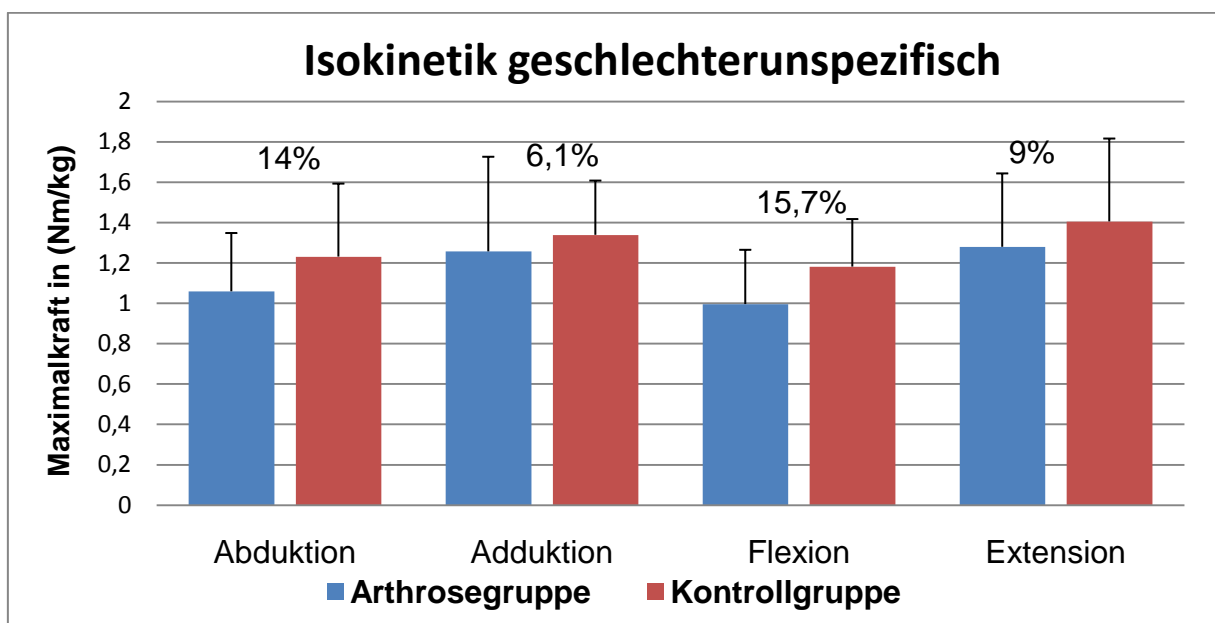


Abbildung 6: Isokinetische Maximalkraft geschlechterunspezifisch

Tabelle 11: Isokinetische Maximalkraft geschlechterunspezifisch

	Abduktion		Adduktion		Flexion		Extension	
	OA	KO	OA	KO	OA	KO	OA	KO
Mittelwert	1,06	1,23	1,26	1,34	1	1,18	1,28	1,41
Standardabweichung	0,29	0,36	0,47	0,27	0,27	0,24	0,36	0,41
p-Werte	0,161		0,561		0,054		0,382	

4.1.2 Isokinetische Maximalkraft nach Geschlecht getrennt

Um eine eventuelle Verfälschung der Ergebnisse durch geschlechtsspezifische Unterschiede des Maximalkraftniveaus zu vermeiden, wurde das Mittel der relativen isokinetischen Maximalkraft geschlechterspezifisch ausgewertet. Da die Probandenzahl von 5 Männern zu gering war um eine statistisch korrekte Aussage zu gewährleisten, wurden nur die Frauen graphisch dargestellt und statistisch ausgewertet.

Im folgenden Schaubild zeigen alle weiblichen Testpersonen der KO einen höheren Mittelwert. Jedoch kann eine statistisch signifikante Differenz nur in der Hüftflexion (20,7%) festgestellt werden. Die Arbeitshypothese H1 kann nur für die Hüftflexion erhalten bleiben, für die anderen Bewegungsrichtungen muss sie verworfen werden.

Schmerzen während der Ausführungen der Messbewegung gaben drei Probandinnen in der Abduktion/Adduktion, mit einer Intensität von: 1,5; 1,5; 2,5, und eine der drei Probandinnen zusätzlich in der Flexion/Extension, mit einer Intensität von: 2, an.

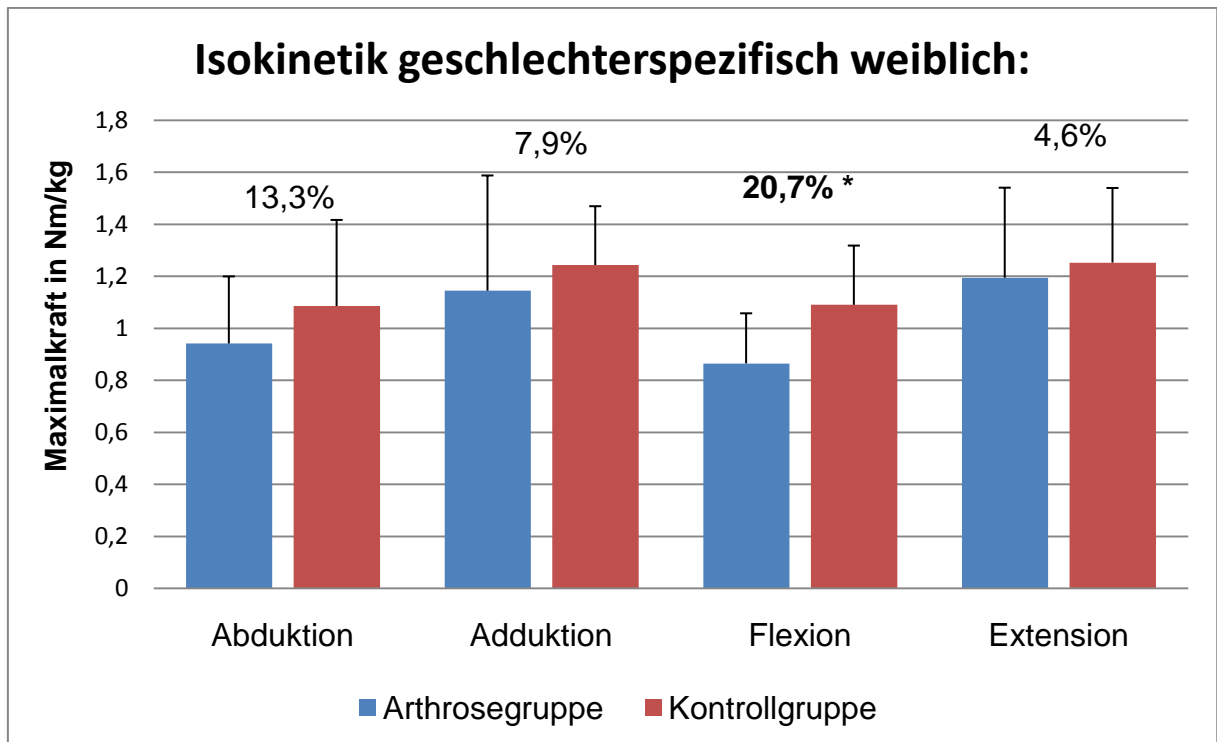


Abbildung 7: Isokinetische Maximalkraft geschlechterspezifisch: weiblich

Tabelle 12: Isokinetische Maximalkraft geschlechterspezifisch: weiblich

	Abduktion		Adduktion		Flexion		Extension	
	OA	KO	OA	KO	OA	KO	OA	KO
Mittelwert	0,94	1,09	1,14	1,24	0,86	1,09	1,19	1,25
Standardabweichung	0,26	0,33	0,44	0,23	0,19	0,23	0,35	0,29
p-Werte	0,293		0,539		0,028*		0,687	

4.2 Isometrische Maximalkraft

H2: Coxarthrosepatienten entwickeln in den Bewegungen Hüftabduktion, -adduktion, -flexion und -extension eine geringere isometrische Maximalkraft als gesunde Probanden.

Bei der isometrischen Maximalkraftmessung wurde die maximale isometrische Kraft des Probanden bei einem Standardwinkel (stw: Abduktion = 0°; Adduktion = 10°; Flexion = 20°; Extension = 40°) statisch gemessen.

Der Proband drückte, in Abduktions-, Adduktions-, Flexions- und Extensionsstellung, mit maximaler Kraft gegen den starren Arm des „IsoMed2000“. Die Mittelwerte der gewonnenen relativen Messwerte (Nm/kg) der OA wurden mit den relativen Werten der KO verglichen und mit Hilfe des t-Tests auf Signifikanz geprüft.

4.2.1 Isometrische Maximalkraft geschlechterunspezifisch

Im geschlechterunspezifischen Vergleich, konnte die Hypothese H2 für keine der Gelenkeinstellungen statistisch signifikant belegt werden und musste verworfen werden. Jedoch wies die Kontrollgruppe in allen Bewegungsrichtungen höhere Maximalwerte auf (3,9-12,8%).

So entwickelten die Probanden der KO in der Flexion im Mittel eine 12,2% höhere und in der Extension eine 12,8% höhere isometrische Maximalkraft, als die Probanden aus der OA.

Schmerzen während der Ausführungen der Messbewegung gaben drei Probanden in der Flexion, mit einer Intensität von: 1,5; 3; 2 und einer der drei Probanden zusätzlich in der Abduktion, mit einer Intensität von: 3,5, und einer der drei Probanden zusätzlich in der Extension, mit einer Intensität von: 1,5, an.

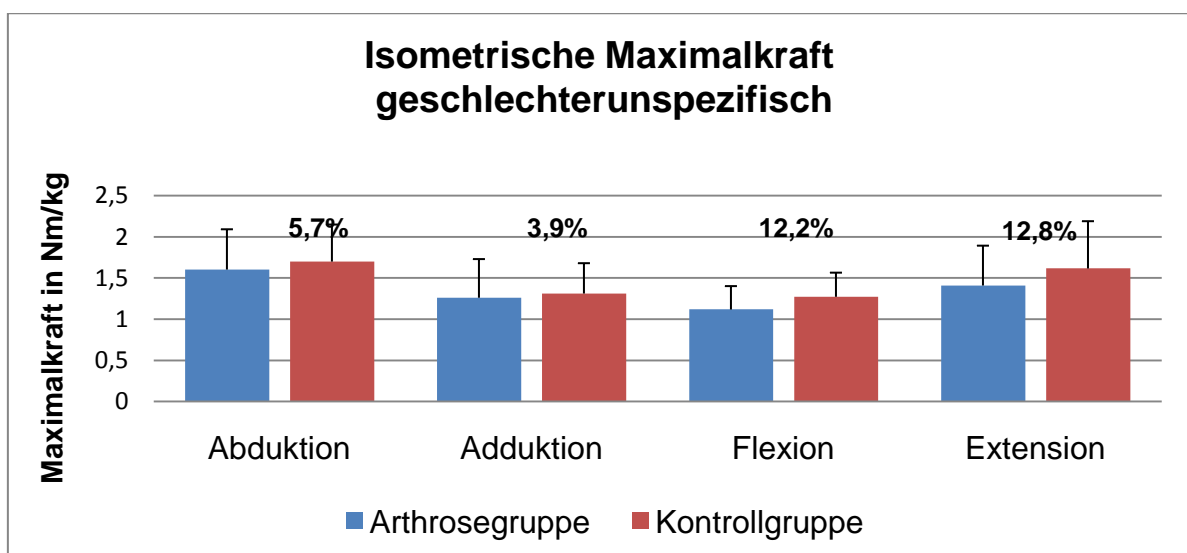


Abbildung 8: Isometrische Maximalkraft geschlechterunspezifisch

Tabelle 13: Isometrische Maximalkraft geschlechterunspezifisch

	Abduktion		Adduktion		Flexion		Extension	
	OA	KO	OA	KO	OA	KO	OA	KO
Mittelwert	1,60	1,7	1,26	1,31	1,12	1,3	1,41	1,62
Standardabweichung	0,49	0,45	0,47	0,37	0,28	0,29	0,48	0,57
p-Werte	0,577		0,743		0,155		0,252	

4.2.2 Isometrische Maximalkraft nach Geschlecht getrennt

Um eine eventuelle Verfälschung der Ergebnisse durch geschlechterspezifische Unterschiede des Maximalkraftniveaus zu vermeiden, wurde das Mittel der relativen isometrischen Maximalkraft geschlechterspezifisch ausgewertet. Da die Probandenzahl von 5 Männern zu gering war um eine statistisch korrekte Aussage zu gewährleisten, wurden nur die Frauen graphisch dargestellt und statistisch ausgewertet.

Die isometrischen Maximalkraftwerte in Abbildung 11 zeigen, dass die weiblichen Probanden der KO stärker sind als ihre weiblichen Kolleginnen aus der OA. So unterscheiden sich die Höhen der einzelnen Säulen im Diagramm, für die Abduktion um 12,1%, für Adduktion 10,8%, für die Flexion 14,1% und für die Extension um 11,8%. Jedoch kann keine statistisch signifikante Differenz festgestellt werden und die Arbeitshypothese H2 wurde verworfen.

Schmerzen während der Ausführungen traten bei keiner der Probandinnen auf.

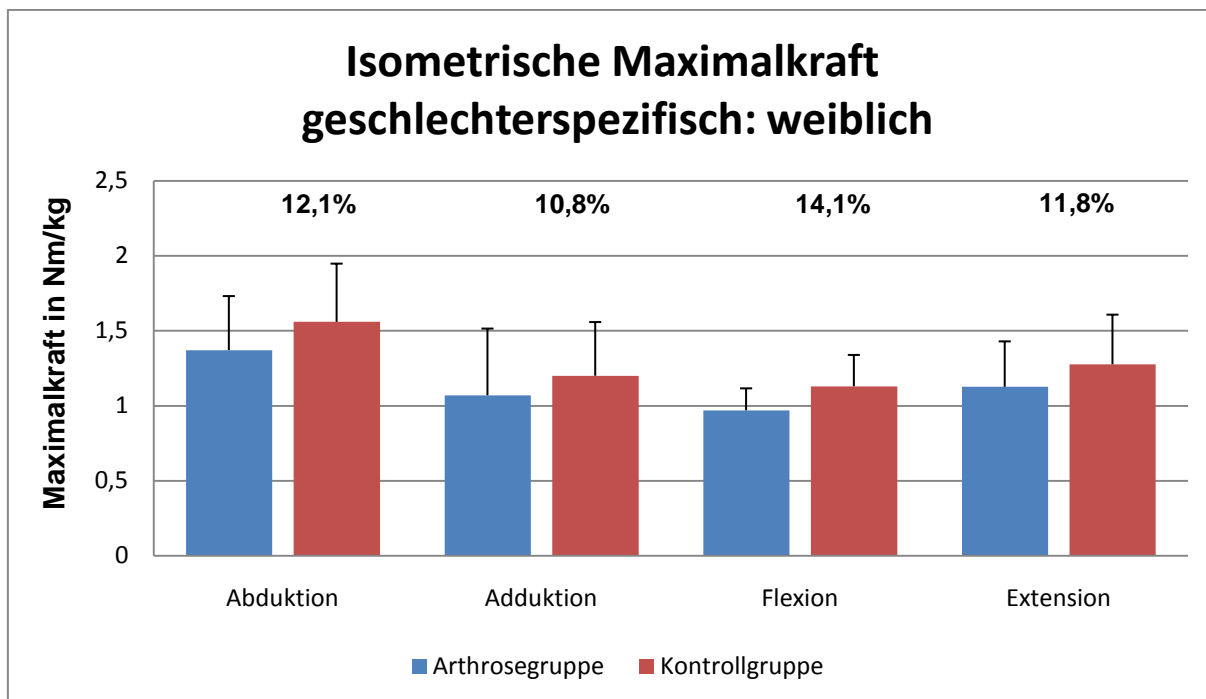


Abbildung 9: Isometrische Maximalkraft geschlechterspezifisch: weiblich

Tabelle 14: Isometrische Maximalkraft geschlechterspezifisch: weiblich

	Abduktion		Adduktion		Flexion		Extension	
	OA	KO	OA	KO	OA	KO	OA	KO
Mittelwert	1,37	1,56	1,06	1,2	0,97	1,13	1,13	1,28
Standardabweichung	0,36	0,39	0,45	0,36	0,15	0,21	0,30	0,33
p-Werte	0,275		0,479		0,063		0,304	

4.3 Zusammenfassung aller Kraftwerte in einem Schaubild

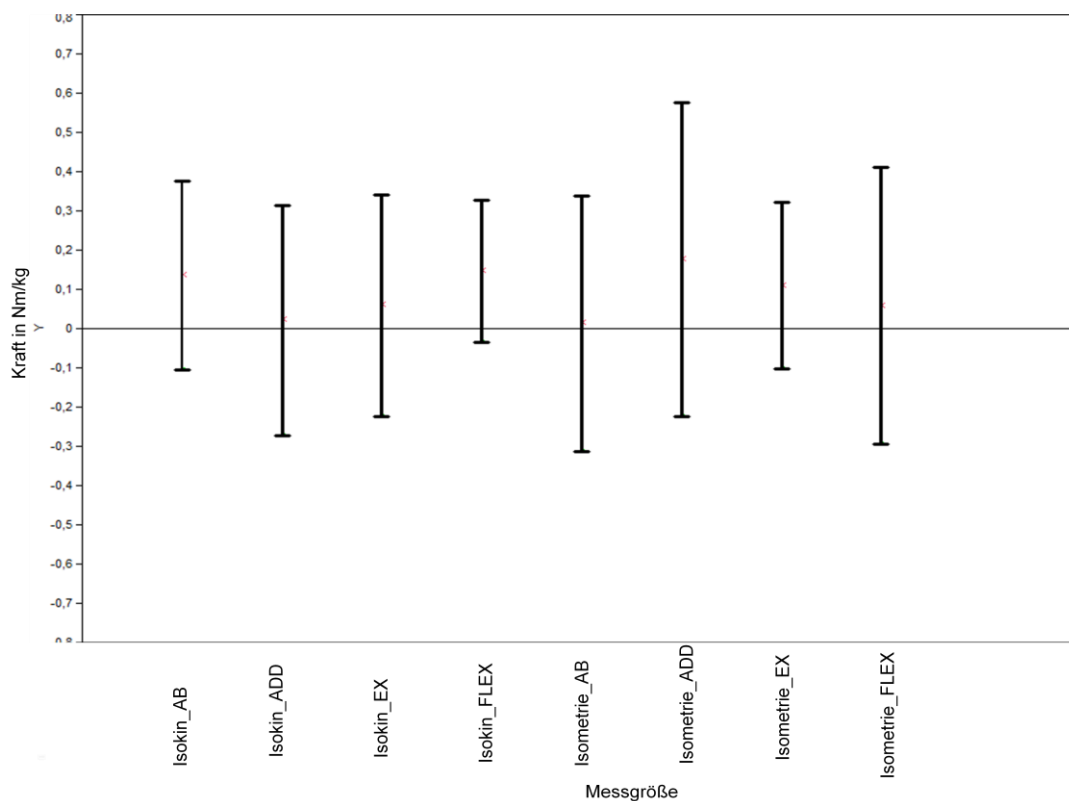


Abbildung 10: Zusammenfassung aller Kraftwerte in einem Schaubild

Zusammenfassend lassen sich Maximalkraftdifferenzen, sowohl in der isokinetischen wie auch in der isometrischen Maximalkraft in allen Bewegungsrichtungen feststellen. Statistisch signifikant ist jedoch nur das Kraftdefizit für die Hüftflexion bei der isokinetischen Messung der weiblichen Probanden.

Das Schaubild von Abbildung 12 zeigt Mittelwerte und Konfidenzintervalle der KO und OA der einzelnen Bewegungsrichtungen geschlechterunspezifisch. Die Konfidenzintervalle beinhalten alle den Wert des „Null-Effekts“. Somit existieren keine statistischen Signifikanzen. Jedoch besitzt die KO in allen Bewegungsrichtungen sowohl in der Isometrie wie auch in der Isokinetik eine höhere Maximalkraft als die der Arthrosegruppe.

5. Diskussion

Mittels isokinetischen und isometrischen Kraftmessungen, lassen sich die Krafftfähigkeiten und die Beweglichkeit von Coxarthrosepatienten im Vergleich zu gesunden Probanden eruieren.

5.1 Diskussion der Ergebnisse

5.1.1 Allgemein

Um einen gleichmäßigen Vergleich zu gewährleisten, wurden die Daten der weiblichen Arthrosegruppe, wie in der Methodik beschrieben, „gematcht“ und drei Probanden aufgrund des Alters selektiert. So ergaben sich zwei homogene Gruppen(n=15).

Bei der isokinetischen und bei der isometrischen Maximalkraftmessung des gemischten und „gematchten“ Probandenkollektivs, wies die Kontrollgruppe in allen vier Bewegungsrichtungen eine größere Maximalkraft auf als die Coxarthrosegruppe. Die Kraftdifferenzen lagen bei der isokinetischen Messung zwischen 6,1-15% und bei der isometrischen Maximalkraftmessung zwischen 5,7-12,8%. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte nicht nachgewiesen werden.

Um eine Verfälschung der Ergebnisse zu vermeiden, müssen geschlechterbedingte Kraftdifferenzen bei der Beurteilung des Kraftniveaus berücksichtigt werden. Frauen unterscheiden sich, wie schon unter 1.4 II. aufgeklärt, in Körpergewicht, Körpergröße und im Muskelanteil von den männlichen Probanden [72]. Aufgrund der geringeren Muskelmasse der Frau, wurde der Durchschnittswert der relativen isokinetischen und isometrischen Maximalkraft geschlechterspezifisch ausgewertet. Aufgrund der geringen und statistisch nicht aussagefähigen männlichen Probandenpopulation wurde kein isolierter Vergleich der männlichen Stichprobe durchgeführt.

Durch die geschlechtsspezifische Trennung der Daten konnte eine größere Kraftdifferenz für die isokinetische Maximalkraft in der Flexion (20,7%) und in der Adduktion (7,9%) bei den weiblichen Probanden nachgewiesen werden. Der Maximalkraftunterschied der Flexion betrug 0,23Nm/kg (20,7%) und wies

eine statistische Signifikanz auf. Bei der isometrischen Maximalkraftmessung führte die Geschlechtertrennung zu höheren Kraftwertdefiziten in Abduktion (12,1%), Adduktion (10,8%) und Flexion (14,1%), welche jedoch nicht statistisch signifikant waren. Arokoski et al erhielten in ihrer Studie für männliche Probanden ähnliche isokinetische Maximalkraftdefizite von 22% für die Flexion [6]. In der Extensionsbewegung erhielten sie ebenfalls, wie in der vorliegenden Studie, keine signifikanten Werte für die Maximalkraftdifferenz. Demzufolge sind die Ergebnisse für die isokinetische Maximalkraft von Arokoski vergleichbar.

Die Maximalkraftmessung bei Abduktion und Adduktion führten Arokoski et al nur für die isometrische Messung durch [6].

Für die isometrische Maximalkraftmessung hingegen unterschieden sich die Ergebnisse von Arokoski et al. Sie konnten in ihrer Studie statistische Signifikanzen bei Adduktion (25%), Abduktion (31%) und in der Flexion (18%) für die Isometrie nachweisen [6].

Eine Möglichkeit der geringen Signifikanzen zwischen Kontrollgruppe und Arthrosegruppe kann sein, dass die Probandenzahl von $n=30$ für eine signifikante Unterscheidung zu minimal war. In der Literatur gibt es hingegen verschiedene Arbeiten mit vergleichbaren Probandenzahlen $n=15-30$ [16,30]. Germanou et al, sowie Carpenter et al, erhielten in ihren Studien trotz geringer Probandenzahl (Germanou = $n=28$ / Carpenter = $n=18$), signifikante Ergebnisse. Allerdings befassten sich beide Studien nicht mit dem Kraftunterschied zweier Gruppen sondern mit der Zuverlässigkeit von isokinetischen und isometrischen Kraftmessungen bei Kniearthrose [16,30]. Arokoski et al hatten hingegen in ihrer Studie ein doppelt so großes Probandenkollektiv wie in dieser Studie ($n=57$) [6].

Ein weiterer Diskussionspunkt ist die Probandenrekrutierung. Es war möglich, dass Probanden mit einer Arthrose im Anfangsstadium ohne wesentliche körperliche Einschränkungen für diese Studie zugelassen wurden. Da die Coxarthrose im Anfangsstadium noch keine spürbare Einschränkung verursacht, könnte dies der Grund des geringen prozentualen Kraftunterschieds im Vergleich zu Arokoski sein.

Arokoski et al rekrutierten deshalb männliche Probanden, die Schmerzen oder funktionelle Einschränkungen in Form limitierter Hüftbewegung und Gelenksteifigkeit aufwiesen [6]. So konnten sie signifikante Unterschiede, sowohl in der Isokinetik (Flexion= 22%) , wie auch in der Isometrie (Abduktion= 31%, Adduktion= 25%, Flexion= 18%) nachweisen [6].

Rasch et al. rekrutierten Probanden, die kurz vor dem invasiven Eingriff standen [60]. Sie terminierten ihre Versuche der Kraftmessung einen Tag präoperativ der funktionellen Rekonstruktion des Hüftgelenks mittels Hüftimplantat. So war es ihnen möglich, Probanden im Endstadium der Arthrose zu untersuchen. Im Gegensatz zu dieser Studie, verglichen sie die Arthrosepatienten nicht mit einer gesunden Kontrollgruppe, sondern verglichen die beiden Beine der Arthrosepatienten (gesundes vs. krankes Bein). Sie konnten in allen Bewegungsrichtungen eine Kraftminderung des kranken Beines um 11%-29% feststellen [60].

Eine weitere Möglichkeit der geringen prozentualen Differenz der beiden Gruppen gegenüber Arokoski könnte in der Tatsache bestehen, dass die Probanden der OA aus der Tübinger Hüftsportgruppe rekrutiert wurden. Dadurch haben die Probanden schon ein Trainingsprogramm in Form der Dehnung und Kräftigung der hüftgelenkübergreifenden Muskulatur, sowie die Mobilisation und Stabilisation der Lenden-Becken-Hüft-Region absolviert [41]. Das Ziel der Hüftsportgruppe Tübingen ist es, die Patienten in die Lage zu versetzen Alltagsanforderungen genauso gut wie gesunde Menschen zu meistern [41]. Dadurch könnte sich die geringe prozentuale Differenz der isokinetischen Maximalkraft zwischen OA und KO erklären.

Des Weiteren muss diskutiert werden, dass durch ausschließliche Rekrutierung der Probanden aus der Hüftsportgruppe Tübingen, Patienten mit hoher Eigeninitiative zur Genesung der Coxarthrose in die Daten einbezogen wurden. Die Ergebnisse müssen daher verifiziert und kritisch betrachtet werden, da ein untherapierter und untrainierter Probandenpool objektivable Daten liefern würde.

Arokoski et al. protokollierten die Dauer, Intensität und die Häufigkeit der körperlichen Freizeitaktivitäten ihrer rekrutierten Probanden der letzten 12

Monate, um die Trainingsform der Probanden und deren Einfluss auf die Messungen zu erfassen [6]. Sie konnten jedoch keine charakteristischen Unterschiede in Bezug auf Freizeitaktivitäten und Kraft feststellen [6].

Ein weiterer Punkt den man diskutieren muss, ist die Altersdifferenz zwischen der Kontrollgruppe und der Arthrosegruppe. Wie unter 1.4 I. dargestellt, existiert ein physiologisch altersbedingter Kraftverlust. Weineck et al und auch Gottlob et al zitierten, dass ein Mensch im Laufe des Lebens kontinuierlich an Muskelkraft verliert [32,72]. Die Kraftabnahme steht im Verhältnis zum Abbau der Muskelmasse [32].

Wenn die Probanden der KO in dieser Studie im Mittel nicht um 0,9 Jahre jünger als die Arthrosegruppe wären, könnte die geringe prozentuale Differenz der Kraft durch den altersbedingten Kraftverlust der KO erklärt werden. Dies ist nicht der Fall, weswegen die These widerlegt werden konnte.

Ein weiterer Punkt, den es zu diskutieren gilt ist die individuelle Motivation der Probanden. So kann sich die individuelle Motivation des einzelnen Probanden in den Ergebnissen widerspiegeln. Ein hochmotivierter Arthrosepatient kann sich durch vermehrtes Training dem Probanden aus der Kontrollgruppe, im Bezug zur Maximalkraft, annähern

Der signifikante Wert der Flexion von 20,7% könnte darauf zurück zu führen sein, dass die weiblichen OA in der Flexionsbewegung die meisten Schmerzen haben. Grund hierfür ist, dass es durch die Arthrose zu einer Verminderung der Elastizität der Gelenkkapsel kommen kann. Lloyd-Roberts beschreibt in seiner Studie schon 1953, dass die elastische Veränderung der Gelenkkapsel, durch dominierende Schmerzen zu einem Verlust der Beweglichkeit führt [54]. Da der Versuchsaufbau durch den Probanden individuell beeinflussbar war, bestand die Möglichkeit, dass die Probanden, auf Grund von Motivation, Angst vor dem Schmerz und dem Schmerz selbst, die Bewegung nicht maximal ausführten und so das Ergebnis verfälschten. O'Reilly et al bewiesen in ihrer Studie, dass die Kraft auch von der Psyche (Schmerzen und Angst vor dem Schmerz) abhängt. Mit Hilfe des „Hospital Anxiety and Depression Scale“ (HAD) und der WOMAC-Skala, teilten sie 600 Gonarthrosepatienten in zwei Gruppen. Sie

stellten fest, dass die Probanden mit Schmerzen oder Angst vor dem Schmerz ein geringeres Kraftmaximum aufwiesen als Patienten ohne Schmerzen [59].

Diese These konnte durch die in dieser Studie erarbeiteten Daten der Schmerzauswertung während den Messungen nicht bestätigt werden.

Es gab nur einen weiblichen Probanden, der Schmerzen mit einer Intensität von zwei bei der Flexionsbewegung angab. Für die Abduktion/Adduktion gab es hingegen drei weibliche Probanden, die Schmerzen mit einer Intensität von 1,5-2,5 angaben.

Jedoch wurde in dieser Studie nicht explizit die Angst vor dem Schmerz erfasst sondern nur der Schmerz selbst. Um die Verfälschung der Messwerte durch die Angst vor Schmerz zu minimieren, sollte in zukünftigen Studien die Angst berücksichtigt und dokumentiert werden.

5.1.2 Speziell isometrische Maximalkraft

Kritisch betrachtet werden muss der Messaufbau für die isokinetische Maximalkraftmessung. Er entspricht nicht der natürlichen Gelenkbewegung und kann so zu einer Verfälschung der Werte führen. Weder die Bewegung noch das Belastungsmuster basieren auf Ähnlichkeiten der menschlichen Bewegung [1,6]. Durch die unnatürliche Gelenkbewegung kann es in der Isometrie zu geringeren Werten kommen als in der Isokinetik.

Auch die technisch anspruchsvolle Durchführung der Kraftmessung der Hüftmuskulatur, im Gegensatz zur Kniemessung, kann zu einer Messungenauigkeit durch das unbemerkte Lösen des fixierten Torsos führen [6].

5.2 Schlussfolgerung und Ausblick

In der Studie kommt es sowohl bei der isokinetischen wie auch bei der isometrischen Maximalkraftmessung bei der KO zu einer höheren Maximalkraft in allen Bewegungsrichtungen mit einer statistischen Signifikanz im Bereich der Hüftflexion bei den weiblichen Probanden.

Die Messergebnisse spiegeln jedoch nicht die zu erwartenden hohen Kraftdifferenzen wieder. Schlussfolgernd muss davon ausgegangen werden, dass durch die Therapie der Hüftsportgruppe Tübingen, aus der die

Arthrosepatienten rekrutiert wurden, eine Verbesserung im Bereich Kraftausdauer und der Stabilität der Lenden-Becken-Hüft-Region auftritt. Das Kraftverhalten unterscheidet sich durch dieses intensive Training der OA nur noch geringfügig von der KO.

Das Defizit in der Hüftflexion könnte darauf zurückzuführen sein, dass das Trainingskonzept der Tübinger Hüftsportgruppe mehr Wert auf stabilisierende Kräftigung und auf Kraftausdauer legt, als auf die Ausbildung der Maximalkraft [43].

Diese Studie weist auf ein Defizit, sowie auf die Notwendigkeit einer Verbesserung des Trainingsprogramms der physikalischen Therapie im Bereich der Maximalkraft der Hüftflexion hin. Eine Möglichkeit die Hüftflexoren zu trainieren wäre im Sitz auf einem Hocker [37]. Diese Übung lässt sich in drei Schwierigkeitsgraden (leichte Variante, mittlere Variante und schwere Variante) durchführen. Bei der leichten Variante ist es wichtig, dass der Trainierende vorne auf der Sitzfläche aufrecht sitzt und nicht im Hohlkreuz oder mit einem Rundrücken. Die Unterschenkel stehen senkrecht und die Knie sind im 90° Winkel gebeugt. Um die Übung auszuführen, hebt der Trainierende ein Bein um etwa 5 -10cm nach oben. Bei der korrekten Ausführung muss der Kniewinkel von 90° bestehen bleiben. Zusätzlich kann der Trainierende den Oberkörper mit seinen Armen stabilisieren, indem er sich mit den Händen am Hocker festhält.

Bei der mittleren Variante wird um das Knie des zu trainierenden Beins ein Theraband gelegt und mit dem nicht aktiven Bein am Boden fixiert.

Die schwere Variante ist dann zu empfehlen, wenn der Coxarthrosepatient seine hüftgelenksumgreifende Muskulatur so gestärkt hat, dass er sich selbstständig im Einbeinstand stabilisieren kann. Bei der schweren Variante steht der Trainierende aufrecht und spannt durch Beugen des Beines ein um den Oberschenkel gelegtes Theraband. Um den Einbeinstand zu stabilisieren kann sich der Trainierende auf einer Stuhllehne abstützen (siehe Abbildung 12) [37]. Dieses Trainingskonzept hilft, die Hüftflexoren zu stärken und das Defizit zu reduzieren.



Abbildung 11: Trainingsablauf schwere Variante

Um für kommende Studien aussagekräftigere Ergebnisse zu erzielen sollten die Probanden aus einem untherapierten (untrainierten) Probandenpool rekrutiert und die Angst vor den Schmerzen berücksichtigt und dokumentiert werden.

6. Zusammenfassung

Die Studie befasste sich mit dem Kraftdefizit zwischen Coxarthrosepatienten und einer gesunden Kontrollgruppe.

Zielsetzung dieser Studie war es, das Kraftverhalten der hüftumgebenden Muskulatur von Coxarthrosepatienten im Vergleich zu gesunden Probanden zu analysieren und die Defizite zu verifizieren. Es wurden Vergleiche in der isometrischen Maximalkraft und isokinetischen Maximalkraft, bei Abduktion, Adduktion, Flexion und Extension durchgeführt.

33 Probanden wurden mittels des „IsoMed2000“ untersucht: 15 gesunde Probanden der Kontrollgruppe (5 männlich und 10 weiblich) im Alter von 54-73 Jahren, 18 Coxarthrosepatienten (5 männlich und 13 weiblich) im Alter von 56-75 Jahren. Um einen homogenen Probandenpool zu erhalten, wurde das Probandenkollektiv „gematcht“ und drei weibliche Probanden der OA anhand des Alters selektiert. Gemessen wurden die isokinetische und die isometrische Maximalkraft in Abduktion, Adduktion, Flexion und Extension. Während der Ausübung der Messungen wurden die Schmerzen jedes Probanden mit Hilfe des WOMA-Index dokumentiert. Die Auswertung erfolgte einmal geschlechterunspezifisch und einmal geschlechterspezifisch.

Bei der isokinetischen Maximalkraftmessung konnte in jeder Bewegungsrichtung eine Kraftdifferenz festgestellt werden. Statistisch signifikante Werte konnten nur in der geschlechtsspezifischen Betrachtung für die Hüftflexion bei den weiblichen Probanden nachgewiesen werden.

Bei der isometrischen Maximalkraftmessung wurden in allen Bewegungsrichtungen Kraftdefizite festgestellt, die weder in der geschlechterunspezifischen Betrachtung noch in der geschlechterspezifischen Betrachtung statistische Signifikanzen aufwiesen.

Die geringe Fallzahl von 30 Probanden und die Tatsache, dass alle rekrutierten Probanden der Arthrosegruppe durch die Tübinger Hüftsportgruppe vortherafiert waren, erklärt die geringen Signifikanzen.

Der Messaufbau selbst birgt Ungenauigkeiten, die eine Verfälschung der Ergebnisse auslösen können. So entspricht die Messung der Isometrie nicht der

natürlichen Gelenkbewegung. Die technisch anspruchsvolle Durchführung der Kraftmessung der Hüftmuskulatur, im Gegensatz zur Kniemessung, kann durch das unbemerkte Lösen des fixierten Torsos ebenfalls zu einer Messungenauigkeit führen.

Auch der Proband selbst war in der Lage die Messung individuell zu beeinflussen. Bei Schmerzen bestand die Möglichkeit, dass der Proband die Bewegung nicht 100%ig ausführte. Die Dokumentation der Schmerzen zeigte, dass dies in dieser Studie nicht zutraf. Da in dieser Studie nicht explizit die Angst vor dem Schmerz erfasst wurde, sollte in zukünftigen Studien die Angst berücksichtigt und dokumentiert werden um Verfälschungen der Werte zu vermeiden.

Die Studie weist auf ein Defizit, sowie auf die Notwendigkeit einer Verbesserung des Trainingsprogramms der physikalischen Therapie im Bereich der Maximalkraft der Hüftflexion, hin. Die Schwäche der Hüftflexion sollte durch gezieltes Training gestärkt und verbessert werden. Eine Möglichkeit die Hüftflexoren zu trainieren wäre im Sitz auf einem Hocker. Diese Übung lässt sich in drei Schwierigkeitsgraden (leichte Variante, mittlere Variante und schwere Variante) durchführen.

Um aussagekräftigere Ergebnisse zu bekommen, sollte in kommenden Studien die Rekrutierung der Probanden aus einem untherapierten Probandenpool stattfinden und die Angst vor den Schmerzen berücksichtigt und dokumentiert werden.

7. **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Schematischer Ablauf der Studie	31
Abbildung 2: Bewegung der Probanden im Liniendiagramm.....	33
Abbildung 3: Einstellung „IsoMed2000“ Adduktion/Abduktion	35
Abbildung 4: Einstellung „IsoMed2000“ Flexion/Extension.....	36
Abbildung 5: Exemplarische Darstellung des Interquartilsabstand mittels Box- and Whisker-Plots	42
Abbildung 6: Isokinetische Maximalkraft geschlechterunspezifisch.....	44
Abbildung 7: Isokinetische Maximalkraft geschlechterspezifisch: weiblich	46
Abbildung 8: Isometrische Maximalkraft geschlechterunspezifisch	47
Abbildung 9: Isometrische Maximalkraft geschlechterspezifisch: weiblich	49
Abbildung 10: Zusammenfassung aller Kraftwerte in einem Schaubild.....	50
Abbildung 11: Trainingsablauf schwere Variante	57

8. **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Ursachen sekundärer Coxarthrose (AWMF-Leitlinie „Coxarthrose“ der DGOT).....	9
Tabelle 2: WOMAC-Arthroseindex	13
Tabelle 3: Tabelaerische Darstellung der Therapiemethoden	17
Tabelle 4: Gliederung der Medikation für Patienten mit Coxarthrose	18
Tabelle 5: Charakteristika der Studienpopulation	25
Tabelle 6: Auszug aus der ACR- Klassifikationskriterien der Coxarthrose nach Altman et al. [4]	29
Tabelle 7: Stadieneinteilung der Arthrose nach Kellgren [75].....	30
Tabelle 8: Schematische Darstellung des Messprotokolls: Kraftfähigkeit.....	35
Tabelle 9: Schematische Darstellung des Messprotokolls: Kraftfähigkeit.....	37
Tabelle 10: Probandenpool Kontroll- und Arthrosegruppe	43
Tabelle 11: Isokinetische Maximalkraft geschlechterunspezifisch.....	45
Tabelle 12: Isokinetische Maximalkraft geschlechterspezifisch: weiblich	46
Tabelle 13: Isometrische Maximalkraft geschlechterunspezifisch	48
Tabelle 14: Isometrische Maximalkraft geschlechterspezifisch: weiblich	49

9. Literaturverzeichnis

- [1] Abernethy P, Wilson G, Logan P. Strength and power assessment. Issues, controversies and challenges. *Sports Med* 1995;19:401-17.
- [2] Adam M, Clark K, Kasper H, et al. Beeinflussung des Gelenkknorpels durch Kollagen-Hydrolysat; Ein wissenschaftliches Kompendium. 2 ed. Eberbach: NEUNPLUS1 Berlin, 2005.
- [3] Altman DG, Bland JM. Quartiles, quintiles, centiles, and other quantiles. *BMJ* 1994;309:996.
- [4] Altman R, Alarcon G, Appelrouth D, et al. The American College of Rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the hip. *Arthritis Rheum* 1991;34:505-14.
- [5] Altman R, Asch E, Bloch D, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum* 1986;29:1039-49.
- [6] Arokoski MH, Arokoski JP, Haara M, et al. Hip muscle strength and muscle cross sectional area in men with and without hip osteoarthritis. *J Rheumatol* 2002;29:2185-95.
- [7] Baumann H. Fitness im Alter durch Bewegung. In: Denk H, editor. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport Schorndorf: Denk,H, 1996: 104-16.
- [8] Bender R, Lange S. [What is a confidence interval?]. *Dtsch Med Wochenschr* 2007;132 Suppl 1:e17-e18.
- [9] Bender R, Lange S. [What is the p-value?]. *Dtsch Med Wochenschr* 2007;132 Suppl 1:e15-e16.

- [10] Best S. Die Koxarthrose im Erwachsenenalter-konservative Therapie. In: Springorum H, Katthagen B, editors. Aktuelle Schwerpunkte der Orthopädie Stuttgart -New York: Thieme, 1990: 109-16.
- [11] Bland JM, Altman DG. Matching. *BMJ* 1994;309:1128.
- [12] Bork H, Middeldorf S, Ludwig FJ. [Health education and health training with osteoarthritis]. *Z Rheumatol* 2005;64:441-7.
- [13] Bortz J. Statistik für Sozialwissenschaftler. Berlin: Springer, 1999.
- [14] Bremner JM, Lawrence JS, Miall WE. Degenerative joint disease in a Jamaican rural population. *Ann Rheum Dis* 1968;27:326-32.
- [15] Bühling KJ, Lepenies J, Witt K. Intensivkurs: Allgemeine und spezielle Pathologie. 3 ed.: Urban & Fischer, 2004.
- [16] Carpenter MR, Carpenter RL, Peel J, et al. The reliability of isokinetic and isometric leg strength measures among individuals with symptoms of mild osteoarthritis. *J Sports Med Phys Fitness* 2006;46:585-9.
- [17] Davis MA. Epidemiology of osteoarthritis. *Clin Geriatr Med* 1988;4:241-55.
- [18] Debrunner H. Orthopädisches Diagnostikum. 4.Auflage ed. Stuttgart-New York: Thieme, 1982.
- [19] Dieppe P. Arthrose: Risikofaktoren, Verlauf und Ausgang. In: Weseloh G, Swoboda B, editors. Rheumaorthopädie: Steinkopff, 1995: 66-8.
- [20] Dieppe P. Management of hip osteoarthritis. *BMJ* 1995;311:853-7.
- [21] Engelhardt M. Epidemiologie der Arthrose in Westeuropa. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 2003;6:171-5.
- [22] Farr JN, Going SB, McKnight PE, et al. Progressive resistance training improves overall physical activity levels in patients with early

- osteoarthritis of the knee: a randomized controlled trial. *Phys Ther* 2010;90:356-66.
- [23] Felson DT. Epidemiology of hip and knee osteoarthritis. *Epidemiol Rev* 1988;10:1-28.
- [24] Fisher NM, Gresham G, Pendergast DR. Effects of a quantitative progressive rehabilitation program applied unilaterally to the osteoarthritic knee. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:1319-26.
- [25] Fisher NM, Pendergast DR, Gresham GE, et al. Muscle rehabilitation: its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72:367-74.
- [26] Fisher NM, White SC, Yack HJ, et al. Muscle function and gait in patients with knee osteoarthritis before and after muscle rehabilitation. *Disabil Rehabil* 1997;19:47-55.
- [27] Foster T. Krankheitskostenrechnung für Deutschland.: Statistisches Bundesamt Wiesbaden, 2004: 1432-9.
- [28] Fransen M, McConnell S, Bell M. Therapeutic exercise for people with osteoarthritis of the hip or knee. A systematic review. *J Rheumatol* 2002;29:1737-45.
- [29] Freiwald J, Greiwing A, Engelhardt M. Bewegung und Sport bei Arthrose. *Sportorthopädie Sporttraumatologie* 2003;19:197-206.
- [30] Germanou E, Beneka A, Malliou P, et al. Reproducibility of concentric isokinetic strength of the knee extensors and flexors in individuals with mild and moderate osteoarthritis of the knee. *Isokinetics and exercise science* 2007;15:151-64.
- [31] Gilbey HJ, Ackland TR, Wang AW, et al. Exercise improves early functional recovery after total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2003;193-200.

- [32] Gottlob A. Differenziertes Krafttraining. 1 ed. München Jena: Urban & Fischer Verlag, 2001.
- [33] Grau S, Maiwald C, Krauss I, et al. The influence of matching populations on kinematic and kinetic variables in runners with iliotibial band syndrome. *Res Q Exerc Sport* 2008;79:450-7.
- [34] Güllich A, Schmidbleicher D. Struktur der Krafftähigkeit und ihrer Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 1999;50:223-34.
- [35] Hackenbroch MH, Jr., Bruns H, Widenmayer W. [Contribution to the etiology of coxarthrosis. Radiographic and clinical evaluation of 976 arthrotic hip joints (author's transl)]. *Arch Orthop Trauma Surg* 1979;95:275-83.
- [36] Hackenbroch M. Periphere Arthrose. In: Jäger M, Wirth C, editors. *Praxis der Orthopädie Stuttgart- New York: Thieme*, 1992: 596-603.
- [37] Haupt G, Steinhilber B. Trainingsbeschreibung für Hüftpatienten. In: Haupt G, Steinhilber B, editors. 2010.
- [38] Heiden TL, Lloyd DG, Ackland TR. Knee extension and flexion weakness in people with knee osteoarthritis: is antagonist cocontraction a factor? *J Orthop Sports Phys Ther* 2009;39:807-15.
- [39] Heiko R, Tschauer C, Breitenhuber W. Hüftgelenkarthrosen, Prävention, Diagnostik und Therapie. 1 ed. Halle: Enke im Georg Thieme Verlag, 2000.
- [40] Heine J. Über die Arthritis deformans. *Vichows Archiv* 1926;260:521-663.
- [41] Horstmann T, Heitkamp HC, Haupt G, et al. Möglichkeiten und Grenzen der Sporttherapie bei Coxarthrose- und Hüftendoprothesen - Patienten. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 2001;52:274-8.

- [42] Horstmann T, Heitkamp HC, Haupt G, et al. Sporttherapeutisches Konzept für Patienten mit Koxarthrose oder Hüftendoprothese. Krankengymnastik - Zeitschrift für Physiotherapeuten 1999;Sonderdruck 51:1870-8.
- [43] Horstmann T, Jörger G, Heitkamp H, et al. Auswirkungen von Hüftsport auf Gangbild, Kraftverhalten und Lebensqualität von Koxarthrotikern. Aktuelle Rheumatologie 2001;162-8.
- [44] Horstmann T, Martini F, Mayer F, et al. [Strength of muscles surrounding the hip joint and gait in patients following implantation of a cementless hip endoprosthesis]. Z Orthop Ihre Grenzgeb 1995;133:562-7.
- [45] Horstmann T, Mayer F, Heitkamp HC, et al. [Individual isokinetic strength training in patients with gonarthrosis]. Z Rheumatol 2000;59:93-100.
- [46] Jäckel W, Mau W, Traber U, et al. Rehabilitation bei muskuloskelettalen Erkrankungen. In: Morefeld M, Mau W, Jäckel W, et al., editors. Im Querschnitt: Rehabilitation, Physikalische Medizin und Naturheilverfahren: Elsevier, Urban&Fischer, 2007: 148-50.
- [47] Jeschke D, Zielberger K. Altern und körperliche Aktivität. Deutsches Ärzteblatt 2004;101:A789-A798.
- [48] Kirschner S, Walther M, Bohm D, et al. German short musculoskeletal function assessment questionnaire (SMFA-D): comparison with the SF-36 and WOMAC in a prospective evaluation in patients with primary osteoarthritis undergoing total knee arthroplasty. Rheumatol Int 2003;23:15-20.
- [49] Konradsen LA, Hansen EM, Sondergaard L. [Arthrosis of the lower limb and running]. Ugeskr Laeger 1990;152:3697-9.

- [50] Kunz M, Eigenbrod F. Das dynamisch-konzentrische Krafttraining. In: Kunz M, editor. Medizinisches Aufbautraining: Erfolg durch Mat in Prävention und Rehabilitation: Elsevier, Urban&Fischer Verlag, 2003: 85.
- [51] Lange S, Bender R. [Measures of variability]. Dtsch Med Wochenschr 2007;132 Suppl 1:e5-e6.
- [52] Lange S, Bender R. [Median or mean?]. Dtsch Med Wochenschr 2007;132 Suppl 1:e1-e2.
- [53] Lange S, Bender R. [What is a significance test? General issues]. Dtsch Med Wochenschr 2007;132 Suppl 1:e19-e21.
- [54] Lloyd-Roberts GC. Humerus varus; report of a case treated by excision of the acromion. J Bone Joint Surg Br 1953;35-B:268-9.
- [55] Lohmander LS, Gerhardsson M, Rollof J, et al. Incidence of severe knee and hip osteoarthritis in relation to different measures of body mass. A population-based prospective cohort study. Ann Rheum Dis 2008.
- [56] Martinek V. Anatomie und Pathophysiologie des hyalinen Knorpels. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2003;54:166-70.
- [57] Martini F, Horstmann T, Knak J, et al. Die Bedeutung der präoperativen Physiotherapie vor einer Hüfttotalendoprothesen-Versorgung bei Coxarthrose. Aktuelle Rheumatologie 1997;69-74.
- [58] Michael JW, Schluter-Brust KU, Eysel P. The epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of osteoarthritis of the knee. Dtsch Arztebl Int 2010;107:152-62.
- [59] O'Reilly SC, Jones A, Muir KR, et al. Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: the effect on pain and disability. Ann Rheum Dis 1998;57:588-94.

- [60] Rasch A, Bystrom AH, Dalen N, et al. Reduced muscle radiological density, cross-sectional area, and strength of major hip and knee muscles in 22 patients with hip osteoarthritis. *Acta Orthop* 2007;78:505-10.
- [61] Rauschmann MA, Habermann B, Thomann KD. [Transition from malum coxae senile to the arthrosis deformans concept. A summary of the best known theories and classifications]. *Orthopade* 2001;30:815-24.
- [62] Reginster JY, Khaltsev NG. Introduction and WHO perspective on the global burden of musculoskeletal conditions. *Rheumatology (Oxford)* 2002;41 Supp 1:1-2.
- [63] Shapiro SS, Wilk MB. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 1965;52:591-611.
- [64] Sulzbacher I. [Arthrosis--histology and pathogenetic approaches]. *Radiologe* 2000;40:1126-33.
- [65] Symmons D, Mathers C, Pfeleger B. Global burden of osteoarthritis in the year 2000.: WHO, 2006.
- [66] Tak E, Staats P, Van HA, et al. The effects of an exercise program for older adults with osteoarthritis of the hip. *J Rheumatol* 2005;32:1106-13.
- [67] Theiler R. Arthrose Epidemiologie, Diagnose und Differentialdiagnose, Abklärung und Dokumentation. *Schweiz Med Forum* 2002;23:555-61.
- [68] Thumb N, Bröll H, Czurda R. praktische Rheumatologie. 4 ed. Wien: Springer-Verlag Wien New York, 2001.
- [69] Tidow G. Entwicklung der Muskelkraft im Altersgang. Krafttraining in Prävention und Therapie Bern: Kieser,W, 2006: 23-36.

- [70] Topp R, Swank AM, Quesada PM, et al. The effect of prehabilitation exercise on strength and functioning after total knee arthroplasty. *PM R* 2009;1:729-35.
- [71] Wagenhauser FJ. Die Rheumamorbidity. Eine klinisch-epidemiologische Untersuchung. Bern 1969.
- [72] Weineck J. Sportbiologie. 9 ed.: Spitta Verlag GmbH & Co, 2004.
- [73] Wiedmer L, Langer T, Knusel O. [Gait pattern of patients with hip arthritis]. *Orthopade* 1992;21:35-40.
- [74] Woolf A, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions.: World Health Organization, 2003: 646-56.
- [75] Zacher J, Gursche A. [Diagnosis of arthrosis]. *Orthopade* 2001;30:841-7.

10. Danksagung

Ich danke allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt:

Herrn Dr. Stefan Grau

für die Überlassung des interessanten Themas.

Frau Dr. Inga Krauss

danke ich für die engagierte Betreuung, sowie für die zahlreichen Anregungen und Denkanstöße, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Herrn Benjamine Steinhilbert

für die Einführung in die Welt der Biomechanik, für die hilfreichen Gespräche und das „immer offene Ohr“ für Fragen jeglicher Art.

Meiner lieben Freundin Marleen Radke

die mich immer unterstützt hat und durch das Korrekturlesen die Arbeit aufgewertet hat.

Markus Fugger

für die tatkräftige Unterstützung bei der Formatierung der Arbeit

Herrn Thomas Meyer-Kassel

für das Korrekturlesen

Meiner Schwester Dr. med. Kathrin Volck

für die Hilfe und Unterstützung

Meinen Eltern

die mir das Studium ermöglichten und zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

11. Lebenslauf

Name, Vorname:	Endler, Philipp Franz Rudolf
Geburtsdaten:	19.02.1984 in Sindelfingen
Eltern:	Elisabeth Endler geb. Hagen, Klaus Endler
Geschwister:	Dr. med. Kathrin Volck geb. Endler, Peter Endler
Schulbildung:	1990-1994 Johannes Kepler Schule in Magstadt
	1994-2000 Realschule Hinterweil in Sindelfingen
	2000-2003 Gottlieb Daimler Schule, technisches Gymnasium Sindelfingen
	2003 Abitur
Zivildienst:	2003-2004 Verein für Körperbehinderte Sindelfingen
Studium:	Oktober 2004 Zahnmedizin an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen
	September 2005 Zahnärztliches Vorphysikum
	März 2007 Zahnärztliche Vorprüfung/ Physikum
	Oktober 2007 Beginn der Dissertation bei Herrn Prof. Dr. A. Nieß, Leiter der Abt. Innere Medizin V, Sportmedizin, Med. Uniklinik und Poliklinik Tübingen
Examen:	24.11. 2009 Zahnärztliche Prüfung
Praktika:	August 2004 6-wöchiges Pflegepraktikum Krankenhaus Sindelfingen
	März 2009 Studentisches Implantologie Curriculum in In Seebruck am Chiemsee durch die Chiemsee Akademie