

Medizinische Universitätsklinik und Poliklinik Tübingen
Abteilung V Sportmedizin

(Schwerpunkt: Leistungsmedizin, spezielle Prävention,
spezielle Rehabilitation)

**Unterschiede beim Fettstoffwechsel von Ausdauer- und
Nichtausdauersportler im gehobenen Lebensalter**

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

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

**vorgelegt von
Kallinich, Michael Gerhard**

2017

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. B. Balletshofer

2. Berichterstatter: Professor Dr. H.-Ch. Heitkamp

Tag der Disputation: 24.02.2017

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	VII
1. Einleitung	1
1.1 Fettstoffwechsel	2
1.1.1 Serumlipide und Lipoproteine.....	2
1.1.2 Parameter des Serumlipidprofils.....	5
1.1.3 Ursachen für Fettstoffwechselstörungen im Alter	8
1.1.4 Körperliche Aktivität als Basisintervention bei Dyslipidämie	9
1.1.5 Stand der Forschung	10
1.2 Fragestellungen	15
2. Material und Methoden	17
2.1 Untersuchungsdesign	17
2.2 Probanden	17
2.3 Konzeption der Sportgruppen der Teilnehmer.....	20
2.3.1 Präventionssportgruppen	20
2.3.2 Knie- und Hüftsportgruppen	20
2.4 Gruppenzuordnung und sportliche Betätigung der Teilnehmer	21
2.5 Datenerhebungen.....	23
2.5.1 Anamnese	23

2.5.2 Messungen	24
2.5.3 Bestimmung von Serumlipid-Parametern	25
2.6 Statistische Analyse	28
3. Ergebnisse	30
3.1 Anthropometrische Daten beider Gruppen im Vergleich	30
3.2 Lipidwerte beider Gruppen im Vergleich	31
3.3 Zusammenhänge der berücksichtigten Variablen	34
3.4 Inferenzstatistik.....	35
3.5 Regressionen	38
4. Diskussion	41
4.1 Methodenkritik	41
4.2 Anthropometrische Daten.....	44
4.3 Das Lipidprofil von Ausdauersportlern und Nichtausdauersportlern im Vergleich.....	45
4.3.1 Unterschiede beim HDL	45
4.3.2 Weitere Unterschiede im Lipidprofil.....	48
4.4 Schlussfolgerungen.....	53
5. Zusammenfassung.....	54
6. Literaturverzeichnis	57
7. Erklärung zum Eigenanteil	63
8. Anhang	65

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Charakteristika der Lipoprotein-Hauptklassen	3
Tab. 2:	Risiko- und Zielbereiche der LDL/HDL-Ratio in der Primär- und Sekundärprävention nach Geschlechtern	7
Tab. 3:	Geschlechterverteilung und Durchschnittsalter der Probanden nach Gruppeneinteilung	18
Tab. 4:	Anteil von Rauchern und Einhalten einer Diät.....	19
Tab. 5:	Zuordnung der Sportarten in die Gruppen A und N	21
Tab. 6:	Anthropometrische Daten der Gruppe Ausdauersport.....	30
Tab. 7:	Anthropometrische Daten der Gruppe Nichtausdauersport.....	30
Tab. 8:	Lipidwerte der Gruppe Ausdauersport	31
Tab. 9:	Lipidwerte der Gruppe Nichtausdauersport	31
Tab. 10:	Korrelationen der berücksichtigten Variablen.....	34
Tab. 11:	Multiple Regressionen für den Gesamtcholesterinwert.....	38

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Auftreten von Arthrose-Beschwerden und Endoprothesenversorgung.....	20
Abb. 2:	Mittlere Ausübungsdauer der Sportart in Jahren	22
Abb. 3:	Ausübung Kraftsport und Leistungssport im Alter < 21 Jahren.....	22
Abb. 4:	Cholestech-LDX System	26
Abb. 5:	Befüllung der Testkavität der Lipidprofil-Kassette	26
Abb. 6:	Einlage der Lipidprofil-Kassette in das Analysegerät.....	26
Abb. 7:	Häufigkeitsverteilung beim Gesamtcholesterin der Gruppen Ausdauer (A) und Nichtausdauer (NA) im Vergleich	32
Abb. 8:	Häufigkeitsverteilung beim HDL der Gruppen Ausdauer (A) und Nichtausdauer (NA) im Vergleich	33
Abb. 9:	Häufigkeitsverteilung LDL der Gruppen Ausdauer (A) und Nichtausdauer (NA) im Vergleich	33
Abb. 10:	Häufigkeitsverteilung der LDL/HDL-Ratio der Gruppen Ausdauer (A) und Nichtausdauer (NA) im Vergleich	34
Abb. 11:	Unterschied Gesamtcholesterin Ausdauer- und Nichtausdauersport	36
Abb. 12:	Unterschied HDL Ausdauer- und Nichtausdauersport.....	36
Abb. 13:	Unterschied LDL Ausdauer- und Nichtausdauersport.....	37
Abb. 14:	Unterschied LDL/HDL-Ratio Ausdauer- und Nichtausdauersport.....	38

1. Einleitung

Im Jahr 2014 starben in Deutschland 338.056 Menschen an den Folgen einer Erkrankung des Herzkreislaufsystems. Dies ergab einen Anteil von 38,9 Prozent an den gesamten Todesursachen in der Bundesrepublik. Somit waren die kardiovaskulären Erkrankungen wie in den Vorjahren die häufigste Todesursache. Besonders ältere Menschen starben in Folge dieser Erkrankungen (Statistisches Bundesamt, 2016 S. 3). Bei weiterhin steigender Lebenserwartung und einem Anteil von 20,4 Prozent von Menschen der Altersgruppe über 65 Jahren an der Gesamtbevölkerung (Statistisches Bundesamt, 2012) wird die Bedeutung kardiovaskulärer Erkrankungen in Deutschland noch weiter zunehmen. Laut den Ergebnissen der „Global burden of disease study“, die im Jahr 2012 veröffentlicht wurde, sind geschätzt auch 29,6 Prozent aller weltweiten Todesfälle auf kardiovaskuläre Erkrankungen zurückzuführen (Lozano et al., 2012). Europaweit versterben daran jedes Jahr über vier Millionen Menschen. Somit verursachen sie mehr Todesfälle als jede andere Erkrankung in Europa. Mit steigendem Alter nimmt die dadurch verursachte Mortalität zu. Lag der Anteil an Sterbefällen im Jahr 2014 im Alter unter 65 Jahren bei dreißig Prozent, waren es bei den unter 75-Jährigen bereits 37 Prozent. Noch weitaus mehr Menschen leiden unter den akuten oder chronischen Folgen kardiovaskulärer Erkrankungen (Nichols et al., 2014). Insgesamt steigt das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen mit zunehmendem Lebensalter exponentiell an. Als häufigste Formen der kardiovaskulären Erkrankungen treten die koronare Herzerkrankung, der ischämische Schlaganfall sowie die peripher arterielle Verschlusskrankheit auf (Reiner et al., 2011).

Die Genese kardiovaskulärer Erkrankungen hat multifaktorielle Ursachen. Einige können beeinflusst werden, andere, wie zum Beispiel das Lebensalter, nicht. Zu den beeinflussbaren Risikofaktoren zählen Rauchen, ungesunde Ernährung, erhöhter Blutdruck, Diabetes Typ II, die Dyslipidämie und wenig

Bewegung (Reiner et al., 2011). Besonders auf den beiden letztgenannten Aspekten liegt der Fokus dieser Untersuchung.

Im folgenden Teil der Einleitung sollen Zusammenhänge zwischen der Entstehung von Fettstoffwechselstörungen und dem steigendem Lebensalter erläutert werden. Insbesondere sollen Veränderungen der Körperkomposition, die mit einer Dyslipidämie vergesellschaftet sein können, sowie die Bedeutung von körperlicher Aktivität für den Fettstoffwechsel beleuchtet werden. Nach einer Zusammenfassung bestehender Forschungsergebnisse zum Thema wird aus den so gewonnenen Erkenntnissen die Fragestellung der Dissertation hergeleitet.

1.1 Fettstoffwechsel

Der folgende Abschnitt gibt eine grobe Übersicht über den physiologischen Fettstoffwechsel. Insbesondere wird auf diese Komponenten eingegangen, die eine Rolle bei der Dyslipidämie spielen. Auf eine ausführliche Erläuterung von Zusammenhängen, die für diese Arbeit nicht erforderlich sind, wird verzichtet.

1.1.1 Serumlipide und Lipoproteine

Sehr häufig werden im Zusammenhang mit Fettstoffwechselstörungen die Serumlipide Triglyceride (TG) und Cholesterin thematisiert. TG werden entweder über die Nahrung aufgenommen oder stammen aus der Leber (Kostner et al., 2006 S. 3). Aufgebaut sind sie aus drei Fettsäuren, die mit einem Glycerinmolekül Esterbindungen eingehen. TG dienen als Energielieferant und werden über das Blut zu den Zielorganen transportiert. Sie können vom Körper in Adipozyten im Fettgewebe gespeichert werden. Beim Cholesterin handelt es sich um einen polyzyklischen Alkohol mit der Summenformel $C_{27}H_{46}O$. Aufgrund seiner lipophilen Struktur befindet es sich größtenteils intrazellulär (Kritchevsky, 2005). Es kann in fast allen Zellen des menschlichen Körpers gebildet werden. Bevorzugt wird es aber aus den zirkulierenden Lipoproteinen in die Zelle auf-

genommen (Kostner et al., 2006 S. 3). Cholesterin dient als Ausgangsprodukt für die Synthese von Gallensäuren und Steroidhormonen. Zusätzlich findet man es in Zellmembranen. Hier nimmt es Einfluss auf die Membranfluidität und Zellpermeabilität. Nur etwa zehn Prozent des Cholesterins im menschlichen Körper befinden sich in Blut und Leber (Kritchevsky, 2005; NCEP, 2002).

Cholesterin und Triglyceride zirkulieren im Blut in Form von Lipoproteinen, die sowohl einen Fett- als auch einen Proteinanteil (Apolipoproteine) haben (Kostner et al., 2006 S. 3; NCEP, 2002). Anhand ihrer Dichte können die Lipoproteine in Hauptklassen unterteilt werden (vgl. Tab. 1). Man unterscheidet *low density lipoproteins* (LDL), *high density lipoproteins* (HDL) sowie *very low density lipoproteins* (VLDL). Eine weitere Gruppe von Lipoproteinen, die *intermediate density lipoproteins* (IDL) wird im klinischen Alltag in die Messung von LDL eingerechnet. Hinzu kommt noch die Klasse der Chylomikronen (CM). Hierbei handelt es sich um Lipoproteine, die reich an TG sind (NCEP, 2002).

Tab. 1: Charakteristika der Lipoprotein-Hauptklassen:

Lipoproteine	Dichte [g/dl]	Molekulargewicht [Dalton*10 ⁶]	Durchmesser [nm]	Lipide [%]		
				Triglyceride	Cholesterin	Phospholipide
CM	0,95	400	75–1200	80–95	2–7	3–9
VLDL	0,95–1,006	10–80	30–80	55–85	5–15	10–20
IDL	1,006–1,019	5–10	18–25	5–15	40–50	20–25
LDL	1,014–1,063	2,3	18–25	5–15	40–50	20–25
HDL	1,063–1,21	0,17–0,36	5–12	5–10	15–25	20–30

Quelle: Kritchevsky, 2005 S. 124.

CM werden im Darm gebildet und sind reich an TG. Neben ihrer Hauptaufgabe, dem Transport von TG zu extrahepatischen Organen, tragen sie auch Anteile von Cholesterin, die über die Nahrung aufgenommen werden oder von Enterozy-

ten synthetisiert werden. Nach primärer Abgabe ins Lymphsystem gelangen die CM nach etwa einer Stunde ins Blut. Nach und nach verlieren sie im Blut einen Großteil ihrer Masse. Ursache hierfür ist die Abgabe von freien Fettsäuren und Monoacylglyceriden an Muskelzellen und Adipozyten. Zur Freisetzung dieser Triglyceridbestandteile kommt es durch das Enzym Lipoproteinlipase (LPL), welches sich im Endothel der Blutkapillaren findet. Übrig bleiben sogenannte cholesterinreiche CM-Remnants. Diese besitzen vermutlich ein atherogenes Potenzial. Die CM-Remnants werden in die Leber aufgenommen (Brunzell et al., 2008; Kostner et al., 2006 S. 32–36; NCEP, 2002).

Die Leber gibt TG und Cholesterin in Form von VLDL in den Blutkreislauf ab. Auch diese sind reich an TG, transportieren aber einen höheren Anteil Cholesterin als die CM. Die Aufgabe der VLDL liegt darin, periphere Gewebe mit freien Fettsäuren zu beliefern. Wiederum durch die LPL kommt es analog zu den CM zur Freisetzung von neunzig Prozent der TG-Bestandteile. Es entstehen VLDL-Remnants. Diese können entweder über LDL-Rezeptoren in die Leber aufgenommen werden oder weiter zu IDL und schließlich LDL abgebaut werden. VLDL-Remnants mit Cholesterinestern besitzen ein atherogenes Potenzial (Brunzell et al., 2008; Grundy, 2005 S. 1076–1094; Kostner et al., 2006 S. 36–39).

Neben der Entstehung aus VLDL können LDL auch von der Leber sezerniert werden. Ihre Aufgabe liegt im Transport von Cholesterin zu peripheren Geweben. Es kann sowohl rezeptorvermittelt als auch rezeptorunabhängig in die Zielzelle gelangen. Durch die Aufnahme von Cholesterin mittels Rezeptor vermindert sich zum einen deren Aktivität, zum anderen sinkt die Cholesterinsynthese. LDL besitzen ein hohes atherogenes Potential. Mit den *small dense* LDL existiert eine Subfraktion der LDL mit höherem TG- und niedrigerem Cholesterinanteil. Diese sind leichter oxidierbar und gehen mit einem erhöhten Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen einher. LDL enthalten nur das Apolipoprotein apo-B-100 (apo B) (Brunzell et al., 2008; Kostner et al., 2006 S. 39–44; NCEP, 2002).

HDL bestehen etwa zur Hälfte aus Proteinen und sind die kleinsten Lipoproteine. Hauptsächlich enthalten sie die Lipoproteine apo-A-I und apo-A-II. HDL werden in zwei Unterklassen unterteilt. Zum einen gibt es die lipidreicheren, größeren HDL₂. Zum anderen die proteinreicheren und dichteren HDL₃. Ihre Aufgabe ist der reverse Transport des Cholesterins von den peripheren Geweben zur Leber. Somit besitzen HDL ein atheroprotektives Potenzial (Brunzell et al., 2008; Kostner et al., 2006 S. 44–47; NCEP, 2002).

1.1.2 Parameter des Serumlipidprofils

Obwohl eine Messung des Gesamtcholesterins (TC) für Screening-Untersuchungen empfohlen wird, um eine Risikoeinschätzung bezüglich kardiovaskulärer Erkrankungen durchzuführen, kann dieser Parameter allein irreführend sein. Deshalb sollten für eine adäquate Risikoeinschätzung als Basis zusätzlich HDL, LDL und TG bestimmt werden (Reiner et al., 2011). Informationen zu den apparativen Verfahren finden sich im Material- und Methodenteil in Kapitel 2.5.3.

Wird das TC im Blutserum bestimmt, enthält der gemessene Wert das gesamte Cholesterin aus allen Lipoproteinen. Nüchternheit bei der Blutentnahme ist für die Bestimmung des TC nicht notwendig. Laut dem *Adult Treatment Panel III* (ATP) des *National Cholesterol Education Program* (NCEP) sind TC-Spiegel unter 200 mg/dl als wünschenswert einzustufen. Als hoch gilt ein TC-Spiegel über 240 mg/dl (NCEP, 2002). In einer Studie von 2007, die von neun europäischen Gesellschaften zur Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen herausgegeben wurde, wird als oberer Grenzwert des TC 190 mg/dl genannt. Bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Diabetes wird 175 mg/dl, wenn möglich 155 mg/dl als erstrebenswert genannt (Graham et al., 2007). In den europäischen Leitlinien zum Management von Dyslipidämien von 2011 sind keine Grenzwerte bezüglich des TC empfohlen. TC wird neben dem LDL als Primärziel der Therapie genannt, da die Reduktion beider Parameter laut der wissenschaftlichen Datenlage mit einer

Risikominderung für kardiovaskuläre Erkrankungen einhergeht (Reiner et al.). Aus dem gleichen Grund sehen auch die aktuellen amerikanischen Leitlinien zur Behandlung einer Hypercholesterinämie sowie das bereits 2002 erschienene ATP III des NCEP das LDL als Hauptziel der Therapie bei Patienten mit Fettstoffwechselstörungen (NCEP, 2002; Stone et al., 2014). LDL macht sechzig bis siebenzig Prozent des TC aus. Es besitzt das höchste atherogene Potenzial der Lipoproteine. Laut dem ATP III des NCEP werden Werte unter hundert mg/dl als optimal angesehen. Zwischen hundert und 129 mg/dl gelten sie als leicht erhöht, zwischen 130 bis 159 mg/dl als erhöht, zwischen 160 bis 189 mg/dl als hoch und ab 190 mg/dl als sehr hoch (NCEP, 2002). Die aktuelle amerikanische Leitlinie aus dem Jahr 2013 gibt keine Behandlungsziele bezüglich der Höhe des LDL an. Vielmehr bestimmt hier der LDL-Ausgangswert die Intensität der medikamentösen Therapie (Stone et al., 2014). Anders geben die genannten europäischen Leitlinien risikoadaptierte Zielwerte als Behandlungsziel an. Bei Patienten mit sehr hohem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen sollte der Wert unter siebenzig mg/dl. Bei hohem Risiko werden hundert mg/dl, bei mittlerem 115 mg/dl als Obergrenze empfohlen. Da LDL in der Basisevaluation des Fettprofils mittels Friedewald-Formel (siehe Kap. 2.5.3) berechnet wird, ist es nötig, dass bei Blutentnahme Nüchternheit besteht (Reiner et al., 2011).

Zwanzig bis dreißig Prozent des TC entfallen auf HDL. Erniedrigte HDL-Spiegel gehen mit einem erhöhten Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen einher und können Hinweis auf andere Risikofaktoren geben. Dem entgegen steht ein protektiver Effekt bezüglich der Entstehung von Atherosklerose bei hohen HDL-Spiegeln. Dies gilt unabhängig von Veränderungen beim LDL in jeder Altersstufe. Als hoch wurden im ATP III Werte über sechzig mg/dl, als niedrig unter vierzig mg/dl definiert. Da bei Frauen typischerweise höhere HDL-Werte vorliegen als bei Männern, wird hier ein Wert unter fünfzig mg/dl als geringfügiger Risikofaktor angesehen. Behandlungsziele werden in keiner Leitlinie an-

gegeben. Wie beim TC muss man für die Blutentnahme nicht nüchtern sein (Cooney et al., 2009; NCEP, 2002; Reiner et al., 2011).

Eine weitere Option zur Einschätzung des kardiovaskulären Risikos und der Effektivität einer lipidsenkenden Therapie liegt in der Bildung der LDL/HDL-Ratio. Obwohl laut allgemeinem Konsens mit der apo-B/apo-A-I-Ratio eine genauere Methode zur Verfügung steht, zeigte ein Review von 2008, dass es sich bei der LDL/HDL-Ratio immer noch um ein wertvolles Instrument zur Einschätzung des kardiovaskulären Risikos handelt (Fernandez und Webb, 2008). So besitzt die Ratio einen höheren prognostischen Wert als die Parameter TC, LDL oder HDL für sich allein (Millan et al., 2009). Werte über fünf sind mit einem erhöhten kardiovaskulären Risiko vergesellschaftet. Dies gilt insbesondere bei erhöhten TC-Spiegeln (Manninen et al., 1992). Eine Studie zeigte, dass aus dem Anstieg der Ratio um eins ein 1,2-faches Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen resultiert (Buchwald et al., 2001).

Tab. 2: Risiko- und Zielbereiche der LDL/HDL-Ratio in der Primär- und Sekundärprävention nach Geschlechtern:

	Primärprävention		Sekundärprävention	
	Risikobereich	Zielbereich	Risikobereich	Zielbereich
Männer	> 3,5	< 3	> 3	< 2,5
Frauen	> 3	< 2,5	> 2,5	< 2

Quelle: Millan et al., 2009.

Obwohl die Unterschiede in den TG-Spiegeln der Probanden in dieser Arbeit nicht ausgewertet wurden, wird an dieser Stelle der Vollständigkeit wegen auf sie eingegangen. Zudem war ihre Messung für die Berechnung der LDL-Spiegel nötig. Zur Bestimmung der TG werden diese in allen Lipoprotein-Fractionen gemessen. Den höchsten Anteil an TG besitzen CM und VLDL. Die Messung der TG

muss im nüchternen Zustand erfolgen, da es postprandial nach Fettaufnahme zu einem Anstieg des Spiegels kommt. Die Nüchternheit sollte mindestens seit zwölf Stunden bestehen. Laut dem ATP III gelten Werte bis 150 mg/dl als normal, bis 199 mg/dl als erhöht, ab 200 mg/dl als hoch und jenseits der 500 mg/dl als sehr hoch (Brunzell et al., 2008; Havel, 2010; NCEP, 2002). Die Rolle der TG als eigenständiger Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen ist umstritten (NCEP, 2002; Tambalis et al., 2009). In den europäischen Leitlinien wird kein Therapieziel angegeben. Sie werden als optionales Therapieziel genannt (Reiner et al., 2011).

1.1.3 Ursachen für Fettstoffwechselstörungen im Alter

Im Alter nehmen Körpergewicht, Körperfettanteil sowie das abdominelle Fett zu. Diese Entwicklung wird durch den zunehmenden Anteil an sitzenden Aktivitäten begünstigt (Martins et al., 2010). Sowohl Übergewicht als auch der Mangel an körperlicher Aktivität sind mit einer erhöhten Inzidenz der Dyslipidämie vergesellschaftet (Gordon et al., 2014; NCEP, 2002; Poirier et al., 2006). In verschiedenen Arbeiten konnte eine positive Assoziation zwischen den Serumspiegeln von TC, LDL und TG und dem *Body-Mass-Index* (BMI) nachgewiesen werden (Kobayashi et al., 2006; Sattar et al., 1998; Schroder et al., 2003; Suka et al., 2006). Eine negative Korrelation zwischen dem BMI und dem HDL-Spiegel zeigten Linn et al. in einer Studie von 1989. Ebenso negativ korreliert sind der prozentuale Körperfettanteil und das HDL. Eine wiederum positive Korrelation wurde zwischen TC, LDL sowie TG und dem Körperfettanteil nachgewiesen (Coon et al., 1989; Katzel et al., 1993; Kobayashi et al., 2006). Zusätzlich spielt auch die Verteilung des Körperfetts eine Rolle. Wiederum bestehen positive Korrelationen der TC,- LDL- und TG-Spiegel mit einer zentralen Fettverteilung (Haarbo et al., 1989; Sattar et al., 1998; Seidell et al., 2001). Der HDL-Spiegel ist dagegen negativ mit dieser Fettverteilung assoziiert (Haarbo et al., 1989; Katzel et al., 1993; Seidell et al., 2001).

1.1.4 Körperliche Aktivität als Basisintervention bei Dyslipidämie

Liegt die Diagnose einer Dyslipidämie vor, ist eine Modifikation des Lebensstils in den Leitlinien als Therapieansatz verankert. Neben verschiedenen anderen Lebensstilinterventionen wie Ernährungsumstellung, Reduktion des Körpergewichts, Aufgabe des Rauchens wird auch die körperliche Aktivität genannt. So wird vom NCEP täglich eine moderate körperliche Aktivität empfohlen (2002). In den europäischen Leitlinien aus dem Jahr 2011 wird ebenfalls eine tägliche körperliche Betätigung von mindestens dreißig Minuten angeraten (Reiner et al., 2011). Die oben genannten Empfehlungen der Leitlinien richten sich an alle Patienten mit der Diagnose Dyslipidämie unabhängig von den individuellen Unterschieden in den Fettprofilen der Patienten. Allerdings finden sich in den genannten Leitlinien keine Therapievorschlüsse, wie durch zielgerichtete körperliche Aktivität spezifisch einzelne Fraktionen der Blutfette beeinflusst werden können. Auch das *American College of Sports Medicine* und die *American Heart Association* haben im Jahr 2007 präventive Empfehlungen bezüglich körperlicher Aktivität zur Erhaltung der Gesundheit herausgegeben. Sie richten sich speziell an gesunde Menschen über 65 Jahren beziehungsweise bei bestehenden Vorerkrankungen an die Altersgruppe fünfzig bis 64 Jahre. Geraten wird zu je dreißig Minuten Ausdauersport mit mäßiger Intensität an fünf Tagen der Woche oder drei Tagen mit jeweils zwanzig Minuten bei höherer Intensität. Zusätzlich wird an mindestens zwei Tagen der Woche zu Krafttraining geraten. Des Weiteren werden Dehnübungen an zwei Tagen pro Woche empfohlen sowie generell Übungen, die die Balance verbessern (Nelson et al.).

Obwohl bereits viele Arbeiten zu den Zusammenhängen zwischen körperlicher Aktivität und Fettstoffwechsel verfasst wurden, sind die bisher in Studien gewonnenen Ergebnisse nicht einheitlich und der genaue Einfluss körperlicher Aktivität auf das Lipidprofil schwer definierbar. Dies dürfte durch die Unterschiede in Art, Intensität und Umfang der Übungen, dem Trainings- und Gesundheitszustand

der Probanden sowie den unterschiedlichen Untersuchungsdesigns begründet sein (Martins et al., 2010; Tambalis et al., 2009).

1.1.5 Stand der Forschung

Der folgende Abschnitt befasst sich mit bisher gewonnenen Forschungsergebnissen zum Einfluss von körperlichem Training auf die Blutfette.

Querschnittsstudien:

In einem sehr umfangreichen Review von 2001 wurden die Ergebnisse von 24 Querschnittsstudien zusammengefasst. In 17 dieser Arbeiten wurden die Blutfettwerte von aktiven Ausdauersportlern¹ und nicht sportlich aktiven Personen verglichen. Bezüglich TC und LDL zeigten diese Studien nur wenige Anhaltspunkte für signifikante Unterschiede zwischen den aktiven und inaktiven Gruppen. Dies war unabhängig von Körpergewicht und Körperfettanteil. Allerdings konnte bei vorher Inaktiven ein Anstieg von 3,5 bis zu 6,0 mg/dl beim HDL durch Training ermittelt werden. Die Ergebnisse der anderen sieben Studien wurden zusammengefasst, um Rückschlüsse auf Veränderungen der Blutfette in Abhängigkeit von Umfang und Intensität des Trainings ziehen zu können. Insbesondere im Hinblick auf Veränderungen beim HDL zeigte sich, dass das Volumen größeren Einfluss hatte als die Intensität. Ebenfalls stellte sich heraus, dass die Heterogenität der verglichenen Gruppen einen wichtigen Einfluss auf die Ergebnisse ausübte. Nur zwei der betrachteten Studien befassten sich auch mit Personen im höheren Lebensalter (Durstine et al.).

Längsschnittstudien:

Da mittels Beobachtungen in Querschnittsanalysen keine Kausalität bewiesen werden konnte und außerdem eine Schwelle ermittelt werden soll-

¹ Aus Gründen der Lesbarkeit wird in der Regel die männliche Form verwendet, auch wenn beide Geschlechter gemeint sind. Differenzierungen finden nur aus inhaltlichen Gründen statt.

te, ab welchem Trainingsumfang Effekte auf die Blutfette eintraten, waren Längsschnittuntersuchungen nötig.

In der gleichen Analyse von Durstine et al. wurden die Ergebnisse von hundert Längsschnittuntersuchungen bis zum Jahr 2000 zusammengefasst. Die Interventionen bestanden wiederum aus verschiedenen Ausdauersportarten. Beim TC und LDL gab es in den meisten Studien keine Veränderungen. Beobachtete Verbesserungen bewegten sich im Rahmen von vier bis sieben Prozent. Häufiger zeigten sich Änderungen im Lipidprofil bei vorher inaktiven Studienteilnehmern. Sowohl bei Männern als auch bei Frauen erhöhte sich das HDL um bis zu zwei bis acht mg/dl durch regelmäßiges Training unabhängig von Veränderungen beim Körpergewicht und Körperfettanteil (2001).

Allerdings kam eine Kombination aus Querschnitts- und Längsschnittanalyse mit 307 Personen im höheren Lebensalter zu dem Ergebnis, dass eine Verbesserung des HDL nicht mit körperlicher Aktivität in Verbindung stünde, sondern am ehesten mit der Körperkomposition und Diät (Fonong et al., 1996).

Ein Review von 2014 evaluiert den Effekt von Ausdauer- und Krafttraining auf das traditionelle Lipidprofil. Herangezogen wurden vornehmlich Studien von Erwachsenen im mittleren Lebensalter. Es wird berichtet, dass eine große Anzahl an Untersuchungen ergeben hat, dass LDL durch Ausdauersport nicht signifikant verändert werden konnte. In Studien, bei denen es zu signifikanten Veränderungen kam, wurden auch signifikante Veränderungen des Körpergewichts durch die Sportintervention gefunden. Insgesamt gab es eine signifikante Korrelation zwischen Veränderungen im LDL und dem Körpergewicht. Studien zeigten, dass jedes Kilogramm Gewichtsverlust zu einer Verminderung des LDL um 0,8 mg/dl führte. Bezüglich Krafttraining und dessen Einfluss auf LDL widersprachen sich die Ergebnisse. In einigen Studien konnte durch kontinuierliches Krafttraining eine Verbesserung der LDL-Werte erreicht werden. Keinen Effekt hatte das Krafttraining auf die HDL-Spiegel. Als mögliche Ursache wurde der geringe

Energieverbrauch beim Krafttraining genannt. Unstrittig sind die Verbesserungen des HDL-Spiegels durch Ausdauertraining. Diese traten unabhängig vom Körpergewicht auf. Trotzdem wurden die besten Veränderungen durch zusätzliche Gewichtsabnahme und bei niedrigen Ausgangswerten erreicht (Gordon et al.). Eine Meta-Analyse aus dem Jahr 2015 kam zu ähnlichen Ergebnissen. Analysiert wurden Studien mit gesunden, aber inaktiven Probanden zwischen 18 und 65 Jahren. Nach einem Jahr regelmäßigem Lauftraining von durchschnittlich vier Mal pro Woche stieg HDL signifikant um 3,3 mg/dl an. Es kam zu einer ebenfalls signifikanten Reduktion von Körpergewicht und -fett. Keine signifikanten Unterschiede nach der Intervention wurden bei TC und LDL beobachtet. Die beobachteten Effekte korrelierten positiv mit dem Umfang des Trainings (Hespanhol Junior et al.). Ein weiterer systematischer Review von 2009 untersuchte die Effektivität von Ausdauertraining bei hoher und moderater Intensität und vergleicht Ausdauer-, Kraft- und die Kombination beider Trainingsarten miteinander. Ausgesucht wurden 84 Studien mit gesunden Erwachsenen. Die Daten des kombinierten Trainings stammten vornehmlich aus Studien mit Personen im höheren Lebensalter. Ausdauertraining zeigte nur bei hoher Intensität einen Effekt. Hier kam es meistens zum Anstieg des HDL unabhängig von Alter und Geschlecht. Seltener traten Verminderungen in TC oder LDL auf. Beim Krafttraining zeichnete sich ein Trend zur Abnahme des LDL ab. Die ausgewerteten Daten für kombiniertes Training ergaben Verbesserungen der Werte sowohl bei HDL als auch bei LDL. Abgesehen vom Ausdauertraining mit hoher Intensität zeigten sich beim Krafttraining und kombinierten Training insgesamt uneinheitliche Ergebnisse, was auf die Heterogenität der Übungen zurückzuführen sein dürfte (Tambalis et al.).

Längsschnittstudien mit Probanden im höheren Lebensalter:

Die im Folgenden vorgestellten Studien befassen sich mit Personen im höheren Lebensalter. Ihre Ergebnisse waren nicht Teil der oben genannten Übersichtsarbeiten.

Eine Meta-Analyse aus dem Jahr 2005 fasste die Ergebnisse von 22 Studien aus den Jahren 1955 bis 2003 zusammen. Untersucht wurden die Effekte von Ausdauertraining auf Personen über fünfzig Jahre. Ermittelt wurde ein signifikanter Anstieg des HDL um durchschnittlich 2,5 mg/dl. Hierzu kam es unabhängig von Veränderungen in der Körperkomposition (Kelley et al.).

Eine Studie aus dem Jahr 2015 thematisiert Verbesserungen im Lipidprofil bei älteren, in den letzten fünf Jahren sportlich inaktiven, Damen. Diese absolvierten über 1,5 bis fünf Jahre ein Trainingsprogramm mit mäßiger Intensität. Im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne Trainingsintervention hatten die Sportlerinnen neben einem niedrigeren BMI höhere HDL-Werte. LDL änderte sich im Vergleich zur Kontrollgruppe nicht signifikant. Es wurde ein erhöhter Transfer von Cholesterin zu HDL nachgewiesen (Bachi et al.).

In einer Arbeit von 2014 wurden die Effekte von Ausdauertraining auf Risikokomponenten des metabolischen Syndroms untersucht. Teilnehmerinnen waren 46 zuvor sportlich inaktive Frauen mit einem Durchschnittsalter von 56 Jahren. Das Trainingsprogramm umfasste über drei Monate drei Mal pro Woche Training auf dem Laufband. Wiederum war ein signifikanter HDL-Anstieg im Vergleich zur Kontrollgruppe zu berichten (Wang et al.).

In einer groß angelegten chinesischen Studie aus dem Jahr 2013 mit über 15000 Teilnehmern wurden die Effekte von Jogging, Tai Chi und Tanzen auf Risikofaktoren des metabolischen Syndroms erforscht. Übereinstimmend mit anderen Studien wurden positive Effekte auf HDL beim Joggen beobachtet. Allerdings brachten auch Tai Chi und Tanzen signifikante Erhöhungen des HDL-Spiegels. Jede zusätzliche Stunde Tanzen und Jogging pro Woche erhöhten das HDL durchschnittlich um 0,31 mg/dl. Nur 0,15 mg/dl waren es pro zusätzliche Stunde Tai Chi (Chen et al.).

Auch der Einfluss von Yoga auf den Lipidstoffwechsel wurde 2012 in einer kleinen koreanischen Studie untersucht. Die Teilnehmerinnen waren postmenopau-

sale Frauen, durchschnittlich 55 Jahre alt und übergewichtig. Nach regelmäßiger Ausübung von Yoga kam es zu einer signifikanten Erhöhung des HDL sowie einer ebenfalls signifikanten Reduktion des TC und LDL gegenüber der Kontrollgruppe. Auch die Körperkomposition wurde positiv beeinflusst. Bauchumfang, BMI und Körperfettanteil nahmen signifikant ab (Lee et al.).

Eine Arbeit aus dem Jahr 2012 beschäftigte sich neben dem Einfluss von Ausdauertraining auch mit den Effekten von Krafttraining auf das Lipidprofil. Die Teilnehmer der Trainings- und Kontrollgruppe waren durchschnittlich 76 Jahre alt und wenig sportlich aktiv. Die 16 Wochen Training bestanden aus vier Einheiten Krafttraining oder drei Mal Ausdauertraining pro Woche. Nach Abschluss der Trainingszeit bestand kein signifikanter Unterschied bezüglich des Lipidprofils zwischen Ausdauer- und Krafttrainingsgruppe. Allerdings gab es signifikante Unterschiede zwischen der Trainingsgruppe insgesamt und der inaktiven Kontrollgruppe. Darunter ein Anstieg des HDL um fünf Prozent sowie eine Reduktion des LDL um 13 und des TC um sechs Prozent (Martins et al.).

In einer Studie aus dem Jahr 2007 wird der Einfluss von 24 Wochen Ausdauertraining auf das Lipidprofil untersucht. Die Teilnehmer waren durchschnittlich 58 Jahre alt, gesund und vorher nicht sportlich aktiv. Auch in dieser Arbeit wurden günstige Einflüsse durch Ausdauersport unabhängig vom ursprünglichem Körperfettanteil oder dessen Veränderungen nachgewiesen. Unter anderem kam es zu einem signifikanten Anstieg der HDL-Subfraktionen HDL₂ und HDL₃. Dagegen wurden die TC- und LDL-Werte signifikant vermindert (Halverstadt et al.). Zu völlig anderen Ergebnissen als die oben genannten Studien kamen Boardley et al. ebenfalls 2007. Untersucht wurde wiederum der Einfluss verschiedener Trainingsmodalitäten auf das Lipidprofil zuvor sportlich Inaktiver. Das Durchschnittsalter der Probanden betrug 76 Jahre. Die 131 Teilnehmer wurden in die Gruppen Ausdauersport, Kraftsport, eine Kombination aus beidem und eine Kontrollgruppe aufgeteilt. Die Intervention mit drei Trainingseinheiten pro Wo-

che ging über einen Zeitraum von 16 Wochen. Danach hatten alle Probanden einschließlich der inaktiven Kontrollgruppe signifikant niedrige Blutfettwerte bezüglich TC, LDL und HDL. Die Art des Trainings hatte keinerlei Einfluss auf die gemessenen Werte. Als mögliche Ursache wurde ein saisonaler Effekt genannt, der in anderen Studien bereits bei Jüngeren beschrieben worden war.

Eine weitere Studie von 2005 hat die Einflüsse von Training auf bestehende Risikofaktoren des metabolischen Syndroms zum Thema. Die 104 Teilnehmer waren zwischen 55 und 75 Jahren alt. Sie absolvierten dreimal pro Woche für ein halbes Jahr ein Trainingsprogramm, das sowohl Kraft- als auch Ausdauerkomponenten beinhaltete. Es kam zu einem signifikanten Anstieg des HDL, der Ausdauer- und Muskelfitness sowie einer Reduktion des Körperfetts. Diese Veränderung der Körperkomposition war mit niedrigeren TC-Spiegeln assoziiert. Keine Verbindung wurde zwischen der gestiegenen Fitness und den TC-Werten nachgewiesen (Stewart et al.).

1.2 Fragestellungen

Die Forschungsergebnisse zum Thema Sport und Fettstoffwechsel stimmen nicht immer überein. Eine Mehrzahl der genannten Studien belegt die positive Wirkung von Training, insbesondere im Ausdauersport, auf das HDL. Viele andere Arbeiten geben Hinweise, dass auch TC und LDL positiv beeinflusst werden können. Hiermit assoziiert sind in vielen Arbeiten Veränderungen der Körperkomposition. Die geleistete Forschung umfasst Längsschnittstudien in allen Altersgruppen, die sich mit den Zusammenhängen verschiedener Arten des Trainings und dem Lipidprofil befassen. Zusätzlich wurde Grundlagenforschung in Querschnittsstudien durchgeführt, in denen Sportler mit nicht sportlich Aktiven verglichen wurden. Hier ist die Datenlage zu älteren Sportlern knapp. Insgesamt liegen wenige Daten vor, die verschiedene Arten der körperlichen Aktivität und deren Auswirkungen auf das Lipidprofil im Rahmen von Querschnittsstudien miteinander vergleichen.

Insbesondere im höheren Lebensalter kann es vorkommen, dass aufgrund körperlicher Einschränkungen oder fehlender Motivation nicht mehr jede Sportart betrieben werden kann und dadurch deren positive Einflüsse auf das Lipidprofil nicht genutzt werden. Aus diesen Beobachtungen wird die Fragestellung der folgenden Arbeit entwickelt:

1. Abgeleitet aus früheren Forschungsergebnissen wird die Hypothese aufgestellt, dass regelmäßiger Ausdauersport auch im höheren Lebensalter zu höheren HDL-Werten und damit zu einem günstigerem Lipidprofil bei Ausdauersportlern als bei Nichtausdauersportler führt. Diese Annahme soll in dieser Arbeit überprüft werden.
2. Zum anderen soll erforscht werden, ob überhaupt Unterschiede im Vergleich der Blutfettwerte von Sportlern im höheren Lebensalter bestehen, wenn diese entweder regelmäßig Ausdauer- oder Nichtausdauersport betreiben.
3. Als Nebenziel soll die Abhängigkeit der erhobenen Werte von der Körperkomposition beleuchtet werden.

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungsdesign

Zur Beantwortung der Fragestellungen wurde eine Querschnittsstudie durchgeführt. Es erfolgte die Bildung von zwei Sportgruppen, die bezüglich verschiedener Parameter miteinander verglichen wurden. Die benötigten Daten wurden bei jedem Studienteilnehmer einmal anonymisiert erhoben. Eine Verlaufsuntersuchung oder der Vergleich mit einer sportlich inaktiven Kontrollgruppe wurde nicht durchgeführt.

2.2 Probanden

Für die Teilnahme an der Studie mussten die Probanden zwei Kriterien erfüllen: Zum einen war ein Mindestalter von 55 Jahren gefordert, welches vor Studienbeginn festgesetzt wurde. Als zweite Teilnahmevoraussetzung sollten sie regelmäßig Sport treiben. Als regelmäßig wurde im Vorfeld die Ausübung mindestens einer Sportart seit mindestens einem Jahr oder länger definiert. In dieser Sportart war mindestens eine Einheit von dreißig Minuten pro Woche gefordert. Die gewählte Mindestdauer orientierte sich an den Empfehlungen aus den oben genannten Leitlinien (siehe Kapitel 1.2.4). Als Gruppierungsvariable für den späteren Vergleich der beiden Gruppen Ausdauersport (A) und Nichtausdauersport (NA) diente das Treiben von Ausdauersport oder nicht.

Um eine ausreichende Anzahl von geeigneten Probanden für die Studie zu akquirieren, bot es sich aus forschungspraktischen Gründen an, die aktiven Sportler der Präventionssportgruppen (siehe Kap. 2.3.1) sowie Knie- und Hüftsportgruppen (siehe Kap. 2.3.2) Tübingen um ihre Teilnahme zu bitten. Zunächst wurden die Trainer der infrage kommenden Sportgruppen über eine Rundmail vorinformiert. Im nächsten Schritt erfolgte kurz vor Trainingsbeginn zeitlich versetzt eine mündliche Vorstellung der Studie und des Ablaufs in der Gruppe selbst. Hier wurde nochmals betont, dass nur Sportler als Studienteilnehmer

in Frage kämen, die die oben genannten Mindestvoraussetzungen erfüllten. An alle passenden Interessenten wurde Informationsmaterial verteilt. Auf diese Weise gelang es initial 426 Probanden zu gewinnen. Im Nachhinein wurden 68 Teilnehmer aufgrund anamnestischer Angaben von der Studie ausgeschlossen. Gründe waren hierbei die Einnahme von Medikamenten, die direkt den Fettstoffwechsel beeinflussen oder schwere Systemerkrankungen. Somit blieben 358 Probanden. Der Ausschluss von Probanden erfolgte bewusst erst nach der vollständigen Datenerhebung und gezielt, da die gesammelten Daten zur Beantwortung weiterer Forschungsfragen in anderen Arbeiten verwendet wurden, bei denen beispielsweise die Einnahme cholesterinsenkender Medikamente keine Rolle spielte. Ein Anreiz für die Teilnahme war die sofortige Mitteilung der erhobenen Messwerte. Darüber hinaus können die Teilnehmer nach Auswertung der Ergebnisse einen Rückschluss auf den möglichen Nutzen ihrer sportlichen Betätigung ziehen.

Folgende Angaben zur Beschreibung des Probandenkollektivs stammen aus der durchgeführten Anamneseerhebung und sind somit eigene Angaben der Studienteilnehmer. Zum genauen Ablauf der Anamneseerhebung siehe Kapitel 2.5.1. Die Teilnehmer hatten zum Zeitpunkt der Datenerhebung ein Durchschnittsalter von $68,7 \pm 7,1$ Jahren. 258 Frauen standen hundert Männern gegenüber. Das Durchschnittsalter und die Geschlechterverteilung nach Gruppenzuteilung zeigt Tabelle 3.

Tab. 3: Geschlechterverteilung und Durchschnittsalter der Probanden nach Gruppeneinteilung:

Variable	Teilnehmer	Männer	Frauen	Durchschnittsalter
Ausdauersport	175	48	127	$67,3 \pm 7,0$
Nichtausdauersport	183	52	131	$70,1 \pm 6,9$
<i>Gesamt</i>	358	100	258	$68,7 \pm 7,1$

Einige der 358 Studienteilnehmer wiesen verschiedene Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen auf. 151 gaben eine Hypertonie an, 19 waren Diabetiker (davon vier Diabetes Typ I.). Nur zwanzig Probanden rauchten aktiv, allerdings waren 66 ehemalige Raucher. Achtzig Teilnehmer hatten eine Hypercholesterinämie. Zusätzlich litten 23 unter Asthma beziehungsweise einer chronisch obstruktiven Lungenerkrankung. 82 wurden wegen einer Hypothyreose mit Schilddrüsenhormonen behandelt. Auf eine gesunde Ernährung achteten 63 Teilnehmer.

Tab. 4: Anteil von Rauchern und Einhalten einer Diät:

Variable	Gesunde Ernährung	Raucher	Ex-Raucher
Ausdauersport	18,9 %	4,6 %	19,4 %
Nichtausdauersport	16,4 %	6,6 %	17,5 %

Neben den direkten Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen gab es bei Probanden aus beiden Gruppen Beeinträchtigungen des Bewegungsapparates. So klagten auf Seiten der Gruppe A 79 Personen über Arthrose-Beschwerden, welche sie in der Ausübung von Sport beeinträchtigen würden. Hierzu zählten Arthrose im Sprung,- Knie,- Hüft,- und Schultergelenk. Bei der Gruppe NA gaben solche Beschwerden 132 Teilnehmer an. Mit Knie- oder Hüftgelenksendoprothese trainierten bei der Gruppe NA 79 im Vergleich zu 44 Probanden bei den Ausdauersportlern.

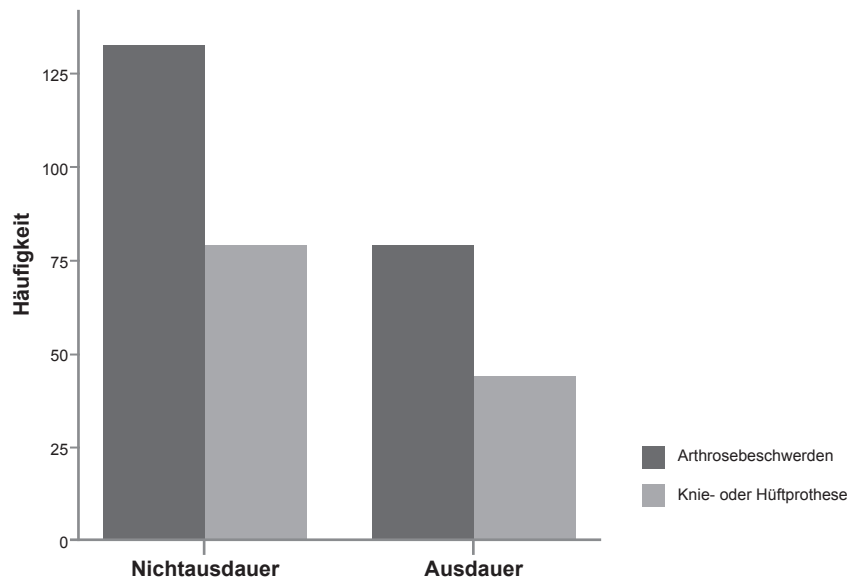


Abb. 1: Auftreten von Arthrose-Beschwerden und Endoprothesenversorgung

2.3 Konzeption der Sportgruppen der Teilnehmer

2.3.1 Präventionssportgruppen

Die Präventionssportgruppen sind ein Angebot für Personen mit und ohne Risikofaktoren für Herz-/Kreislaufkrankungen, die am Erhalt oder der Wiederherstellung ihrer Gesundheit interessiert sind. In verschiedenen Sportgruppen wird regelmäßig unter Anleitung ausgebildeter Sportlehrer gemeinsam Sport betrieben. Die regelmäßige Anwesenheit wird auf einer Teilnehmerliste dokumentiert (Präventionssportgruppen Tübingen e.V., o. J. a). Die Teilnehmer der hier vorliegenden Studie stammen aus folgenden Kursen aus dem Angebot der Präventionssportgruppen: Walking, Nordic Walking, Jogging, Aquajogging, Wassergymnastik, Ausgleichsgymnastik mit Pilates, Fitness-Training, Krafttraining, Tanzfitness.

2.3.2 Knie- und Hüftsportgruppen

Das Angebot der Knie- und Hüftsportgruppen richtet sich an Personen mit Hüft- oder Kniegelenksarthrose beziehungsweise Hüft- oder Kniegelenksendoprothe-

sen. Zu den Kursinhalten zählen kleine Aufwärmspiele, funktionelle Gymnastik, Koordinationsübungen, Gleichgewichts- und Stabilisationsübungen, Körperwahrnehmungs- und Entspannungsübungen. Ziel ist eine positive Beeinflussung des Arthrose-Geschehens oder das Halten beziehungsweise die Verbesserung des Operationsergebnisses. Das Training findet einmal pro Woche für eine Stunde statt (Präventionssportgruppen Tübingen e.V., o. J. b).

2.4 Gruppenzuordnung und sportliche Betätigung der Teilnehmer

Abhängig von Gesundheitszustand und Motivation betrieben Probanden neben dem Präventions- sowie Knie- und Hüftsportangebot auch im privaten Rahmen weiteren Sport. Folgende Sportarten wurden in der Anamnese genannt: Yoga, Gymnastik, Wandern, Radfahren, Schwimmen, Tennis, Badminton, Kieser-Training², Volleyball und Turnen. Entgegen der Erwartungen vor Studienbeginn gab es auch in den Reihen der Knie- und Hüftsportgruppen Probanden, die trotz ihrer Erkrankungen am Bewegungsapparat wenig belastende Ausdauersportarten, wie beispielsweise Nordic Walking, ausführen konnten.

Anhand der Sportanamnese (siehe Kap. 2.5.1) konnten die Studienteilnehmer entsprechend dem Schlüssel von Tabelle 5 entweder der Gruppe Ausdauersport oder Nichtausdauersport zugeordnet werden. Teilnehmer, die sowohl aktiv Ausdauer- als auch Nichtausdauersport betrieben, wurden gemäß der Gruppierungsvariablen Ausdauersport zur Gruppe A gerechnet.

Tab. 5: Zuordnung der Sportarten in die Gruppen A und NA:

Ausdauersportarten	Nichtausdauersportarten
Jogging	Ausgleichsgymnastik mit Pilates
Aquajogging	Wassergymnastik

2 Kieser-Training: Verzicht auf Aufwärmen und Ausdauertraining. Gesamtzeit des Trainings circa dreißig Minuten. Kurze Trainingseinheiten von bis neunzig Sekunden pro Übung, keine Wiederholungen der Übungen. Trainiert wird an Maschinen. Die Übungen werden bis zum Zeitpunkt der lokalen Erschöpfung durchgeführt (Kieser Training AG, o. J.).

Nordic Walking
 Walking
 Tanzfitness
 Zirkeltraining
 Wandern
 Radfahren
 Schwimmen
 Tennis
 Badminton

Knie- und Hüftsport
 Yoga
 Gymnastik
 Fitnesstraining
 Sportspiele
 Krafttraining
 Kieser-Training
 Turnen
 Volleyball
 Tai Chi

Insgesamt absolvierten die Ausdauersportler im Mittel 3,8 Sporteinheiten von mindestens dreißig Minuten pro Woche. Davon 1,5 Einheiten in Sportarten ohne Ausdauerkomponente, 2,3 Einheiten mit Ausdauerkomponente. Im Vergleich hierzu trainierten die Nichtausdauersportler 1,9 Einheiten pro Woche. Waren die Nichtausdauersportler seit durchschnittlich zehn Jahren in ihrem Sport aktiv, so waren es bei den Ausdauersportlern bereits 16 Jahre, in der am längsten von ihnen ausgeübten Sportart. Insgesamt 38 Sportler betrieben regelmäßig Kraftsport. 22 aus der Gruppe NA, entsprechend 16 aus der Gruppe A. Im Alter unter 21 Jahren aktiv im Leistungssport waren zudem 15 der Nichtausdauersportler und 19 der Ausdauersportler.

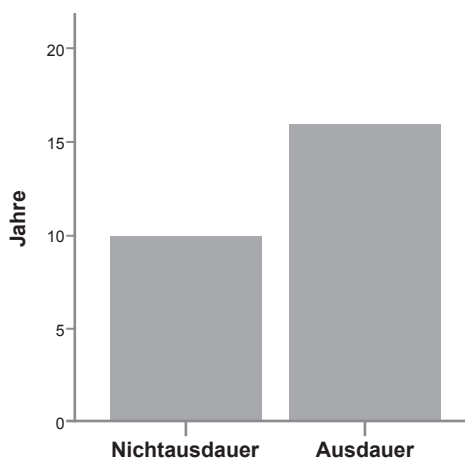


Abb. 2: Mittlere Ausübungsdauer der Sportart in Jahren

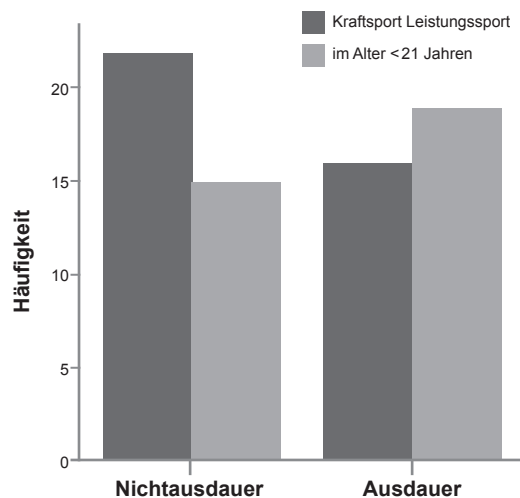


Abb. 3: Ausübung Kraftsport und Leistungssport im Alter < 21 Jahren

2.5 Datenerhebungen

Die Datenerhebung erfolgte direkt am Trainingsort der verschiedenen Sportgruppen vor der eigentlichen Trainingseinheit. Aus diesem Grund wurde in der Stunde vorher gezielt ein früheres Erscheinen mit passenden Interessenten besprochen, so dass es am Tag der Datenerhebung selbst nicht zu Wartezeiten oder einem Versäumen der Trainingseinheit kam. Die Probanden wurden gebeten, entweder nüchtern zur Blutentnahme zu erscheinen oder sich zwölf Stunden im Vorfeld fettarm zu ernähren. Dieser Kompromiss galt in Einzelfällen bei Trainingsstunden am Nachmittag. Je nach Dauer der Anamnese und Messungen wurden pro Person zwischen zehn und zwanzig Minuten benötigt. Um die Anonymität der Studienteilnehmer zu wahren, wurden fortlaufende Nummern vergeben, mit der Anamnesebogen und Messprotokoll beschriftet wurden. Im Unterschied zu pseudonymisierten Studien war nach Anamneseerhebung somit kein Rückschluss auf die Identität der Probanden möglich. Außerdem wurde jeder Teilnehmer über die Datenschutzrichtlinien sowie Bedingungen der Studienteilnahme aufgeklärt (vgl. Anhang), was mittels Unterschrift bestätigt wurde.

2.5.1 Anamnese

Die Anamnese bestand aus einem allgemeinen und einem medizinischen Teil sowie Fragen zur sportlichen Betätigung. Der dazu entwickelte Fragebogen (vgl. Anhang) wurde gemeinsam mit den Teilnehmern ausgefüllt. In Einzelfällen wurde der Anamnesebogen den Teilnehmern auf Wunsch zum Ausfüllen mit nach Hause gegeben.

Im ersten Abschnitt wurden zunächst Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, Ernährungsbesonderheiten sowie die Einnahme von Genussmitteln erfragt. Aus dem Quotienten von Gewicht und Größe konnte später der BMI errechnet werden. Des Weiteren wurde Dauermedikation abgefragt, insbesondere Medikamente,

die den Lipid- und Cholesterinstoffwechsel beeinflussen. Vorerkrankungen im Bereich der inneren Organe wurden nach Organsystemen strukturiert abgehandelt. Somit konnten Rückschlüsse auf bestehende Risiko- und Einflussfaktoren gezogen werden. Am Ende des ersten Abschnitts wurden Erkrankungen am Stütz- und Bewegungsapparat behandelt. Erfasst wurden die Inzidenz und der Krankheitsverlauf von Arthrose sowie die Versorgung der Patienten mit einer Gelenkendoprothese. Ein weiterer Aspekt in diesem Bereich war die Frage nach Unfällen, Frakturen und Operationen, die den Stütz- und Bewegungsapparat betrafen.

Um die Probanden einer der beiden Vergleichsgruppen zuordnen zu können, wurden in der Sportanamnese zuerst alle aktuell regelmäßig betriebenen Sportaktivitäten festgestellt. Des Weiteren wurde anamnestiziert, über wie viele Jahre diese Sportart ausgeübt wurde, sowie die Anzahl der Einheiten pro Woche ebenso wie die Dauer und Intensität pro Einheit. Um die Trainingsintensität objektiv beurteilen zu können, wurde den Probanden eine Zehn-Punkte-Skala vorgelegt, die in gleicher Form auch in den Empfehlungen des *American College of Sports* und der *New York Heart Association* (NYHA) für körperliche Aktivität und öffentliche Gesundheit im Alter verwendet wurde (Nelson et al., 2007). Diese konnte in leicht abgeänderter Form auch für Ausdauer- und Kraftsport angewandt werden. Sportarten, die mit einer Intensität unter drei angegeben wurden, gingen nicht in die Auswertung ein. Zusätzlich wurden die Studienteilnehmer nach körperlicher Aktivität in Haushalt und Garten und dem möglichen Umfang dieser Tätigkeiten gefragt. Komplettiert wurde die Sportanamnese durch Informationen über Leistungssport im Kindesalter und andere frühere sportliche Aktivitäten.

2.5.2 Messungen

Zunächst wurde mit einem Maßband der Bauchumfang bestimmt. Zur einheitlichen Ermittlung des Bauchumfangs wurde zwischen unterstem Rippenbogen und

Hüftknochen mittig gemessen. Ab einem Bauchumfang von 102 cm bei Männern und 88 cm bei Frauen spricht man von abdomineller Adipositas (NCEP, 2002). Im Anschluss daran wurde der Körperfettanteil der Probanden mithilfe des *Lange Skinfold Caliper* ermittelt. Die verwendete Methode erlaubt auf einfache Art eine Abschätzung des Körperfettanteils bei Männern und Frauen verschiedenen Alters mit ausreichender Genauigkeit (Durnin and Womersley, 1974). Gemäß Herstellerangaben erfolgte die Messung der Dicke von Hautfalten an vier verschiedenen Stellen mittels *Skinfold Caliper*. Gemessen wurde am Trizeps zwischen Olekranon und Akromion, am Mittelpunkt des Bizeps-Muskelbauchs, unter dem Schulterblatt sowie über dem Beckenkamm in der mittleren Axillarlinie. Die Hautfalten wurden zwischen Daumen und Zeigefinger gehalten. Nach Addition der vier Messergebnisse konnte der Körperfettanteil aus einer Tabelle abgelesen werden (Beta Technology, 2008).

2.5.3 Bestimmung von Serumlipid-Parametern

Um die benötigten Daten zu vervollständigen wurden bei jedem Teilnehmer TC, HDL, LDL und TG bestimmt. Zur Messung dieser Blutfettwerte wurde jedem Probanden Vollblut aus der Fingerbeere entnommen und damit ein passendes mit Lithiumheparin beschichtetes Kapillarröhrchen befüllt. Dieses Röhrchen wurde vor der Blutabnahme vorbereitet, indem ein Kolben in das dafür markierte Ende eingeführt wurde. Die Entnahmestelle wurde desinfiziert und mit einer Lanzette punktiert. Nach Verwerfen des ersten Blutstropfens wurde mit dem horizontal gehaltenen Kapillarröhrchen der nächste Blutstropfen aufgenommen. Die Füllung erfolgte durch Kapillarkräfte bis zu einer Markierung und war in zehn Sekunden abzuschließen, um eine vorzeitige Gerinnung zu verhindern. Die Blutung wurde durch Druck gestillt (Cholestech Corporation, 2006).

Die eigentliche Messung des Serumlipidprofils erfolgte mit dem *Cholestech-LDX* System. Beim diesem handelt es sich um ein portables System, das aus Analysegerät (vgl. Abb. 4) und Testkassette besteht (Cholestech Corporation, 2006). Mit der in dieser Studie verwendeten Testkassette können quantitativ TC, HDL und TG bestimmt werden. Ein Näherungswert für LDL wird vom Gerät mittels **Friedewald-Formel** errechnet:

$$\text{LDL} = \text{TC} - \text{HDL} - \text{TG}/5 \text{ [mg/dl]}.$$

Voraussetzung für die Anwendung der Formel sind TG unter 400 mg/dl (Friedewald et al., 1972). Mittels gefülltem Kapillarröhrchen wurde die Probe in die dafür vorgesehene Kavität der Testkassette (vgl. Abb. 5) eingebracht, welche dann in das Kassettenfach des Analysegeräts eingelegt wurde (vgl. Abb. 6). Nun konnte der Test vor Ort gestartet werden.



Abb. 4: Cholestech-LDX Analysegerät (Cholestech Corporation, 2006)

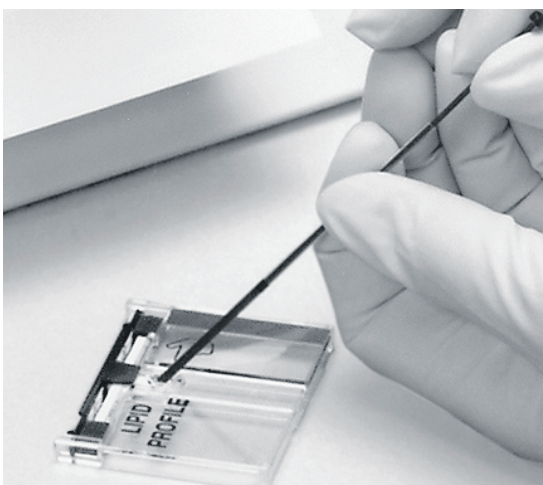


Abb. 5: Befüllung der Testkavität der Lipidprofil-Kassette (Cholestech Corporation, 2006)

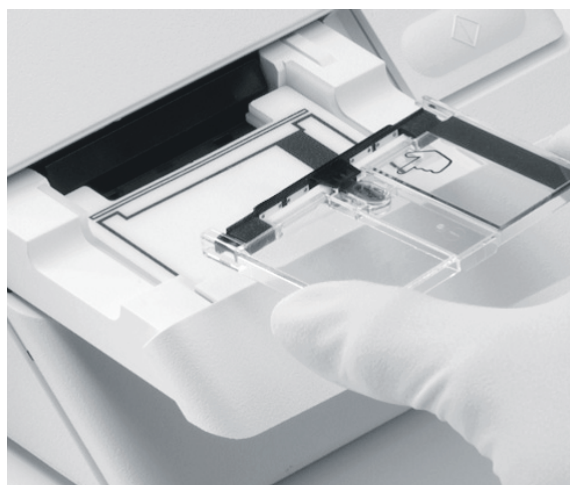


Abb. 6: Einlage der Lipidprofil-Kassette in das Analysegerät (Cholestech Corporation, 2006)

Funktionsprinzip des Cholestech-LDX Systems:

Um die Menge von TC, HDL und TG im Blut zu erfassen, bedient sich das Cholestech-LDX System sowohl enzymatischer Messungen (Siedel et al., 1983) als auch der Festphasentechnologie. Zuerst wird durch ein System in der Kassette das Plasma von zellulären Anteilen getrennt. Während der Plasmaanteil für TC und TG direkt in die dafür vorgesehenen Reagenzfelder eingebracht wird, werden im anderen Plasmaanteil zur Messung des HDL zunächst VLDL und LDL mit Dextransulfat und Magnesiumacetat ausgefällt (Warnick et al., 1982). Nach Filtration der ausgefallenen Anteile, wird auch das Reagenzfeld für HDL-Cholesterin gefüllt. Enzymatisch erfolgt die Ermittlung von TC und HDL basierend auf der Methode von Allain und Roeschlau. Durch Hydrolyse der Cholesterinester entstehen freies Cholesterin und Fettsäuren. Freies Cholesterin wird in Anwesenheit von Sauerstoff zu A4-Cholestenon und Wasserstoffperoxid oxidiert. Dieses Wasserstoffperoxid reagiert im nächsten Schritt mit 4-Aminophenazon und N-Ethyl-N-Sulfohydroxypropyl-m-Toluidin. Die Intensität des entstehenden roten Chinonimin-Farbstoffs verhält sich proportional zur Konzentration von TC und HDL der Probe (Allain et al., 1974; Roschlau et al., 1974). Mittels Reflexionsphotometrie werden Farbänderungen in den Reagenzfeldern gemessen. Durch die Menge der Farbe kann das Analysegerät die Blutkonzentration des gewünschten Stoffes errechnen. Diese kann auf dem Display abgelesen werden (Cholestech Corporation, 2004, 2006).

Für die quantitativ erhobenen Messwerte gab es limitierte Messbereiche. So konnte das TC im Bereich von 100 bis 500 mg/dl, das HDL zwischen 15 und 100 mg/dl sowie die TG nur größer 45 und kleiner 650 mg/dl bestimmt werden (Cholestech Corporation, 2004).

Das *Cholestech-LDX* System wurde validiert von der *Cholesterol Reference Method Laboratory Network* aus den USA (CDC, o. J. a) und wird auf deren Internetseiten als zertifiziert gelistet (CDC, o. J. b). Diese Zertifizierung bescheinigt,

dass das *Cholestech-LDX* System als *Point-of-Care* System mit dem Goldstandard für Genauigkeit und Reproduzierbarkeit vom *Center für Disease Control and Prevention* (CDC) zur Messung von TC und HDL entsprechend den Richtlinien der NCEP übereinstimmt. Somit erhält der Anwender laborgenaue Ergebnisse (CDC, o. J. c).

2.6 Statistische Analyse

Die Eingabe und Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe von IBM SPSS 22.0. Vor der statistischen Auswertung erfolgte ein persönliches Beratungsgespräch durch das Institut für Biometrie in Tübingen.

Im Rahmen der deskriptiven Statistik wurden für metrische Merkmale das arithmetische Mittel (\bar{x}), die Standardabweichung (SD), das Minimum (Min), die 25. Perzentile ($Q_1(25\%)$), der Median (Med), die 75. Perzentile ($Q_3(75\%)$) und das Maximum (Max) berechnet. Alle betrachteten Merkmale wurden auf Normalverteilung geprüft. Hierfür wurde jeweils ein Histogramm erstellt sowie Abweichungen von der Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov und Shapiro-Wilk berechnet (Hatzinger et al., 2009 S. 193, 209). Zusätzlich wurden Korrelationen berechnet. Der Test auf Normalverteilung bei den betrachteten Variablen wurde hierbei nicht einzeln pro Gruppe, sondern über die Gesamtheit aller erhobenen Messwerte durchgeführt. Es wurden für normalverteilte Variablen Pearson-Korrelationen spezifiziert. Für Variablen, die von der Normalverteilung abwichen, wurde Kendall-Tau-b errechnet (Eid et al., 2013 S. 547).

Bei der Inferenzstatistik wurde zur Signifikanzprüfung der t-Test für unverbundene Stichproben verwendet. Voraussetzungen für die Anwendung dieser Methode war die Normalverteilung der abhängigen Variablen in beiden untersuchten Gruppen sowie Varianzgleichheit, welche mithilfe des Levene-Tests ermittelt wurde (Hatzinger et al., 2013 S. 259). Obwohl dieser Test auch gegen Verletzungen der Normalverteilung robust ist (Posten, 1978) und diese Voraussetzung bei

großen Stichproben im Allgemeinen vernachlässigt werden kann (Sawilowsky, 1992) wurden zusätzlich Mann-Whitney-U-Tests spezifiziert. In diesem Test ist die Normalverteilung keine Voraussetzung (Hatzinger et al., 2013 S. 263). Als Signifikanzniveau α wurde vor Beginn der Studie ein $\alpha = 0,05$ festgelegt. Bei einseitig gerichteten Hypothesen wurde der p-Wert entsprechend halbiert. Zusätzlich wurden zur Vorhersage des Gesamtcholesterinwerts multiple lineare Regressionen spezifiziert. In Modell I wurden hierbei neben Ausdauersport die Variablen BMI, Körperfettanteil und Bauchumfang berücksichtigt. Das Modell II enthielt neben der Variable Ausdauersport das Bestehen einer Arthrose, das Vorhandensein einer Hüft- oder Kniegelenksendoprothese, die Dauer des ausgeübten Sports, zusätzlicher Kraftsport und das Ausüben anstrengender Arbeit in Garten und Haushalt. In Modell III wurden abschließend alle Variablen der Modelle I und II aufgenommen.

3. Ergebnisse

Im folgenden Teil werden die Ergebnisse aus Gründen der Übersichtlichkeit in Form von Tabellen und Histogrammen dargestellt. Unterschiede in der Stichprobengröße bei verschiedenen Variablen sind entweder auf oben genannte Limitierungen der Messbereiche oder organisatorische Probleme zurückzuführen. Zuerst aufgeführt wurden die Ergebnisse der deskriptiven Statistik. Auf diese folgt die Inferenzstatistik.

3.1 Anthropometrische Daten beider Gruppen im Vergleich

Tab. 6: Anthropometrische Daten der Gruppe Ausdauersport:

Variable	N	M	SD	Min	Q ₁ (25%)	Med	Q ₃ (75%)	Max
Gewicht [kg]	175	71	12	49	62	70	79	118
Größe [cm]	175	168	7,7	149	162	168	173	185
BMI [kg/m ²]	175	25	3,8	18	22,6	25	27,1	42
Bauchumfang [cm]	166	89	12	63	80	89	97,3	132
Körperfett [%]	166	31	5,4	17	26,8	32	35	42

Anmerkung: n = Stichprobengröße; \bar{x} = Mittelwert; SD = Standardabweichung; Min = Minimum; $Q_1(25\%)$ = 25. Perzentile; Med = Median; $Q_3(75\%)$ = 75. Perzentile; Max = Maximum.

Tab. 7: Anthropometrische Daten der Gruppe Nichtausdauersport:

Variable	N	M	SD	Min	Q ₁ (25%)	Med	Q ₃ (75%)	Max
Gewicht [kg]	182	74	15	41	63	73	83	117
Größe [cm]	182	167	7,8	148	162	167	172	195
BMI [kg/m ²]	182	27	4,7	17	23,4	26	29	43
Bauchumfang [cm]	176	94	13	59	84	94	102	130
Körperfett [%]	176	32	4,9	18	29,2	33	35,9	45

Anmerkung: n = Stichprobengröße; \bar{x} = Mittelwert; SD = Standardabweichung; Min = Minimum; $Q_1(25\%)$ = 25. Perzentile; Med = Median; $Q_3(75\%)$ = 75. Perzentile; Max = Maximum.

Wie in Tabelle 6 erkennbar, liegen sowohl der Mittelwert als auch der Median des BMI bei 25 kg/m². Auch beim Bauchumfang stimmen das arithmetische Mittel und der Median mit 89 cm überein. Im Vergleich hierzu belaufen sich der

Mittelwert und Median des Bauchumfangs bei der Gruppe Nichtausdauersport auf 94 cm und sind somit fünf Zentimeter höher. Der BMI liegt im Gruppenvergleich zwei kg/m² höher. Mit 32 Prozent beim Körperfettanteil der Gruppe NA besteht eine Differenz von einem Prozent zur Gruppe A mit 31 Prozent.

3.2 Lipidwerte beider Gruppen im Vergleich

Wiederum nach Gruppen sortiert, wurden im folgenden Abschnitt zunächst die erhobenen Lipidparameter beider Gruppen dargestellt. Hierauf erfolgte als Voraussetzung für die Inferenzstatistik eine Beurteilung der Verteilung der Lipidwerte in Histogrammen.

Tab. 8: Lipidwerte der Gruppe Ausdauersport:

Variable	N	M	SD	Min	Q ₁ (25%)	Med	Q ₃ (75%)	Max
TC [mg/dl]	166	218	33	142	195	216	240	324
HDL [mg/dl]	166	61	17	25	47	61	74	116
LDL [mg/dl]	166	124	30	59	102	118	144	224
LDL/HDL	166	2,2	0,9	0,8	1,57	2,1	2,64	6

Anmerkung: *n* = Stichprobengröße; \bar{x} = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Min* = Minimum; *Q₁*(25%) = 25. Perzentile; *Med* = Median; *Q₃*(75%) = 75. Perzentile; *Max* = Maximum.

Tab. 9: Lipidwerte der Gruppe Nichtausdauersport:

Variable	N	M	SD	Min	Q ₁ (25%)	Med	Q ₃ (75%)	Max
TC [mg/dl]	176	210	34	114	186,3	212	234	300
HDL [mg/dl]	176	58	16	28	46	56	68,5	97
LDL [mg/dl]	176	117	33	35	96	119	138,8	215
LDL/HDL	176	2,2	1	0,5	1,53	2	2,77	6,7

Anmerkung: *n* = Stichprobengröße; \bar{x} = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Min* = Minimum; *Q₁*(25%) = 25. Perzentile; *Med* = Median; *Q₃*(75%) = 75. Perzentile; *Max* = Maximum.

Wie in Tabelle 8 ersichtlich, liegt der Mittelwert des TC bei 218 mg/dl. Die Median-Werte der Variablen HDL und LDL sind bei den Ausdauersportlern 61 mg/dl und 118 mg/dl. Daraus lässt sich eine LDL/HDL-Ratio von 2,1 errechnen.

Das arithmetische Mittel des Gesamtcholesterins der Gruppe Nichtausdauer-sport ist mit 210 mg/dl um acht Einheiten niedriger als bei den Ausdauersport-lern. Passend hierzu liegen die Mediane bei HDL und LDL bei 56 mg/dl und 119 mg/dl und die daraus resultierende LDL/HDL-Ratio bei 2,0.

Beurteilung der Lipidwert-Histogramme des Gesamtcholesterins

Betrachtet man die Häufigkeitsverteilung der Variablen Gesamtcholesterin in Abbildung 7, so zeigt sich beidseits eine Normalverteilung. Bei den Nichtausdauersportlern sind die Daten symmetrisch angeordnet, während sich bei den Ausdauersportlern eine bimodale Verteilung zeigt.

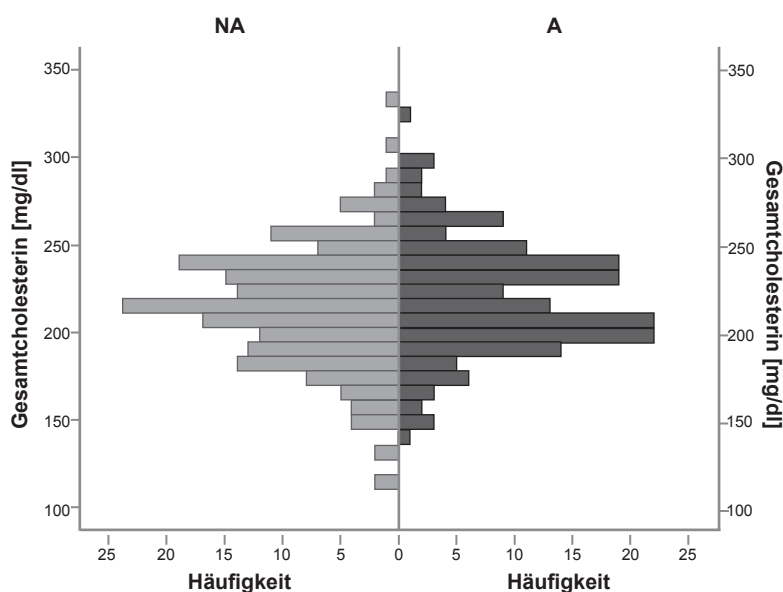


Abb. 7: Häufigkeitsverteilung beim Gesamtcholesterin der Gruppen Ausdauer (A) und Nichtausdauer (NA) im Vergleich

Beurteilung der Lipidwert-Histogramme des HDL

In Abbildung 8 sieht man auf beiden Seiten Daten, die von einer Normalverteilung der Variable HDL abweichen. Bei den Nichtausdauersportlern ist die Kurve tendenziell links-steil beziehungsweise rechts-schief. Die Werte der Gruppe Ausdauersport zeigen einen rechts-steilen und links-schiefen Kurvenverlauf.

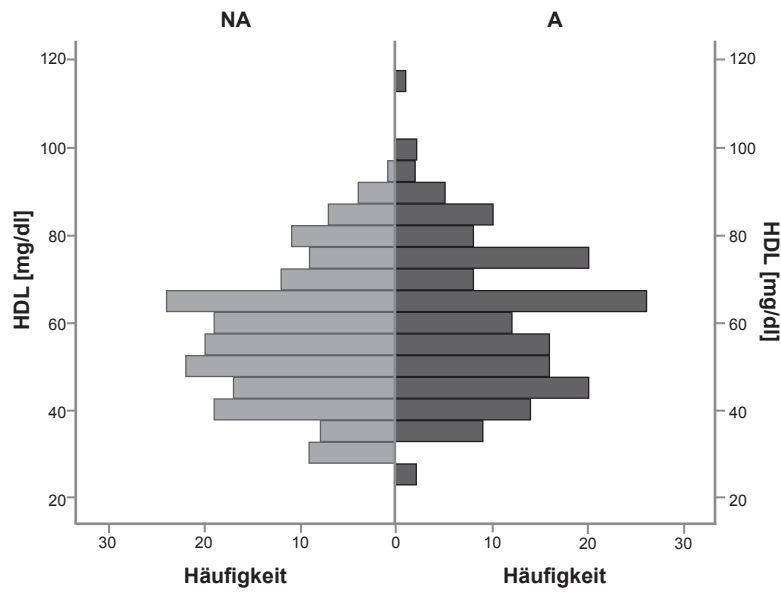


Abb. 8: Häufigkeitsverteilung beim HDL der Gruppen Ausdauer (A) und Nichtausdauer (NA) im Vergleich

Beurteilung der Lipidwert-Histogramme des LDL

Wiederum weichen die gemessenen Werte von der Normalverteilung ab. Bei Gruppe NA präsentiert sich eine links-steil beziehungsweise rechts-schiefe Kurve. Spiegelbildlich hierzu zeigt sich bei den Ausdauersportlern eine links-schiefe beziehungsweise rechts-steile Tendenz.

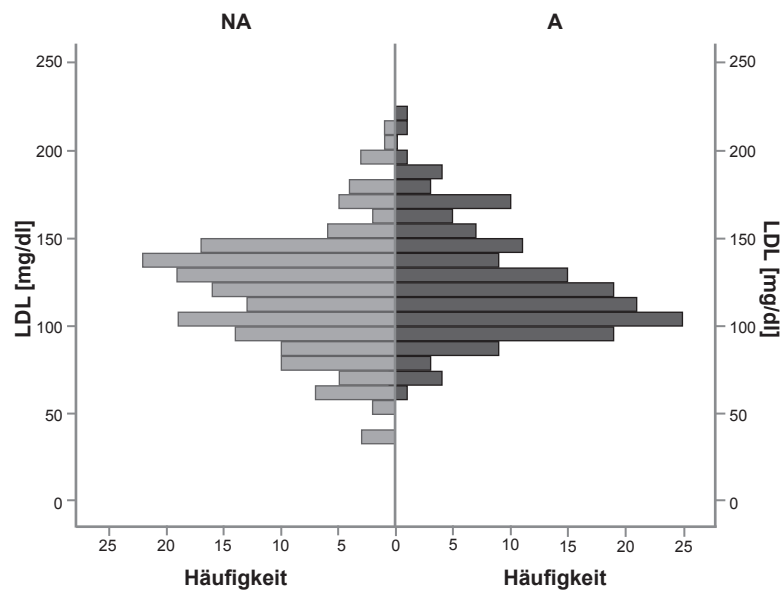


Abb. 9: Häufigkeitsverteilung LDL der Gruppen Ausdauer (A) und Nichtausdauer (NA) im Vergleich

Beurteilung der Lipidwert-Histogramme der LDL/HDL-Ratio

Vergleicht man die Häufigkeitsverteilung bei der LDL/HDL-Ratio steht einer links-steilen rechts-schiefen Verteilung bei der Gruppe Nichtausdauersport eine rechts-steile links-schiefe Verteilung bei den Ausdauersportlern gegenüber. In beiden Gruppen kann nicht von einer Normalverteilung ausgegangen werden.

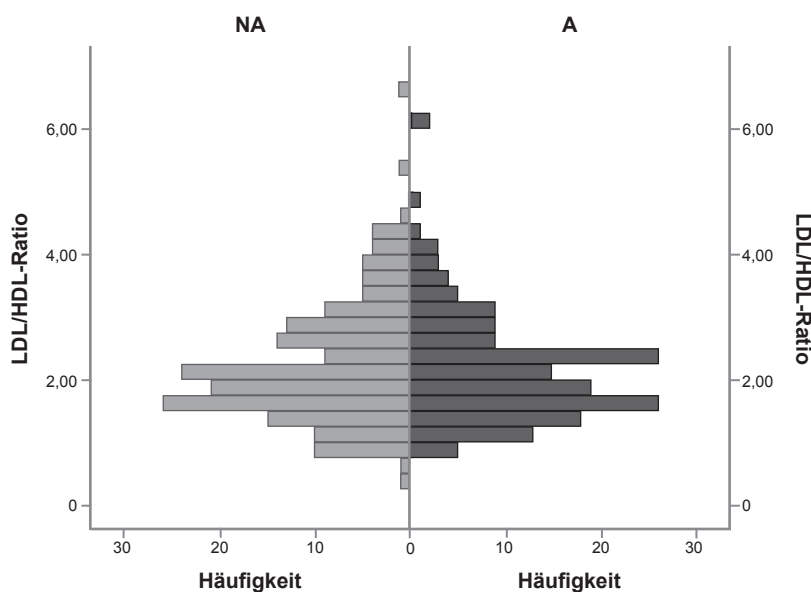


Abb. 10: Häufigkeitsverteilung der LDL/HDL-Ratio der Gruppen Ausdauer (A) und Nichtausdauer (NA) im Vergleich

3.3 Zusammenhänge der berücksichtigten Variablen

Tab. 10: Korrelationen der berücksichtigten Variablen:

Variable	Körpergröße	Körpergewicht	Bauchumfang	Körperfett	BMI
TC	-.261***	-.182**	.116*	.182**	.090
HDL	-.150***	-.252***	-.289***	.113**	-.197***
LDL	-.083*	-.077*	-.030	.029	-.055
LDL/HDL	.052	.117**	.174***	-.053	.091

Anmerkung: *** p < .001; ** p < .01; * p < .05

Gesamtcholesterin

Es zeigt sich eine statistisch signifikante positive Korrelation zwischen dem Gesamtcholesterin und dem Bauchumfang, Pearson's $r(356) = .116$, $p = .029$.

Ebenso korrelieren das Gesamtcholesterin und der Körperfettanteil positiv, Pearson's $r(356) = .182$, $p = .001$.

HDL

Zwei statistisch signifikant negative Korrelationen liegen beim HDL vor. Zum einen mit dem Bauchumfang ($r_{\tau}(352) = -.289$, $p < .001$), zum anderen mit dem BMI ($r_{\tau}(352) = -.197$, $p < .001$).

LDL

Keine statistisch signifikanten Korrelationen gibt es zwischen dem LDL und dem Bauchumfang ($r_{\tau}(346) = -.030$, $p = .41$), dem Körperfettanteil ($r_{\tau}(343) = .029$, $p = .43$) und dem BMI ($r_{\tau}(346) = -.055$, $p = .13$).

LDL/HDL-Ratio

Die LDL/HDL-Ratio korreliert statistisch signifikant positiv mit dem Körpergewicht, $r_{\tau}(346) = .117$, $p = .001$. Weiterhin gibt es eine positive Korrelation mit dem Bauchumfang, $r_{\tau}(346) = .174$, $p < .001$.

3.4 Inferenzstatistik

Gesamtcholesterin

Der t-Test für unabhängige Stichproben zeigt keinen zweiseitig signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen A ($\bar{x} = 218$, $SD = 33$) und NA ($\bar{x} = 210$, $SD = 34$), $t(355) = 1,87$, $p = .063$.

Ebenso ergibt der Mann-Whitney-U-Test keinen zweiseitig signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen A ($Med = 216$) und NA ($Med = 212$), $U = 14411,5$, $p = .12$.

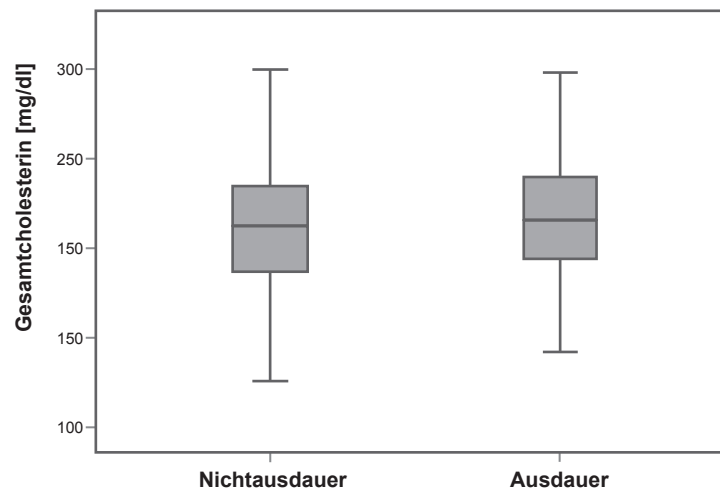


Abb. 11: Unterschied Gesamtcholesterin Ausdauer- und Nichtausdauersport

HDL

Der t-Test für unabhängige Stichproben errechnet einen einseitig signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen A ($\bar{x} = 61$, $SD = 17$) und NA ($\bar{x} = 58$, $SD = 16$), $t(351) = 1,93$, $p = .028$.

Dieses Ergebnis wird durch den Mann-Whitney-U-Test mit einem ebenfalls einseitig signifikantem Unterschied zwischen den Gruppen A ($Med = 61$) und NA ($Med = 56$), $U = 13942,5$, $p = .045$ bestätigt.

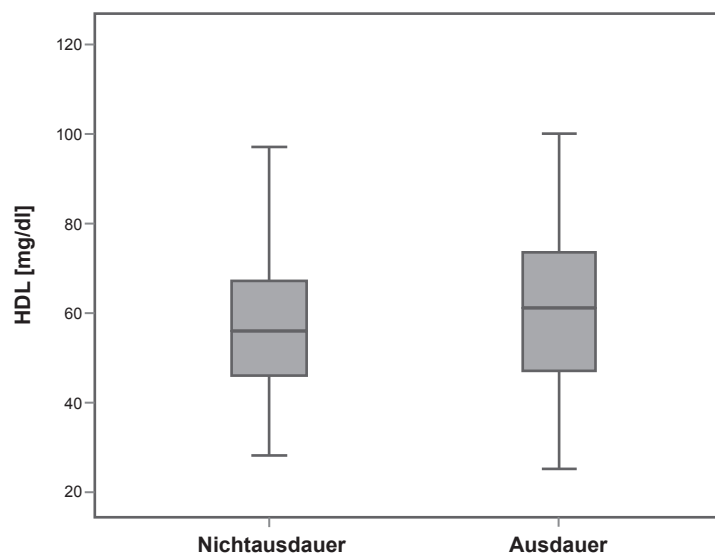


Abb. 12: Unterschied HDL Ausdauer- und Nichtausdauersport

LDL

Der t-Test für unabhängige Stichproben zeigt keinen zweiseitig signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen A ($\bar{x} = 124$, $SD = 30$) und NA ($\bar{x} = 117$, $SD = 33$), $t(345) = 1,6$, $p = .11$. Ebenso errechnet der Mann-Whitney-U-Test keinen zweiseitig signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen A ($Med = 118$) und NA ($Med = 119$), $U = 14063$, $p = .30$.

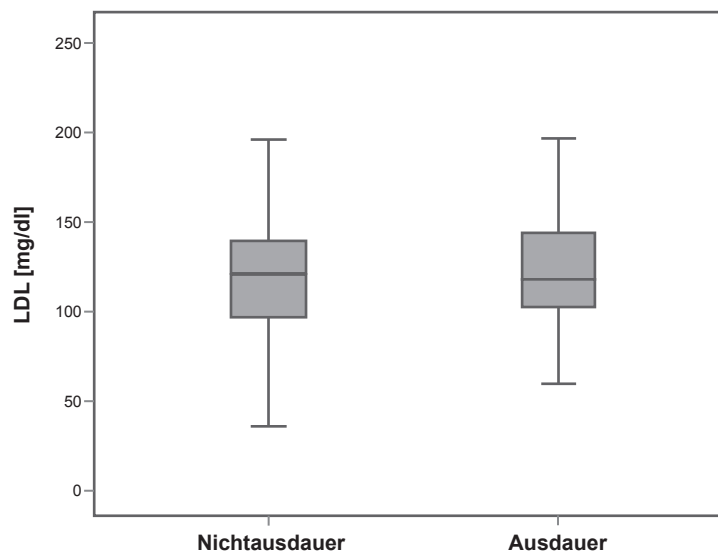


Abb. 13: Unterschied LDL
Ausdauer- und Nichtausdauersport

LDL/HDL-Ratio

Der t-Test für unabhängige Stichproben ergibt keinen zweiseitig signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen A ($\bar{x} = 2,2$, $SD = 0,9$) und NA ($\bar{x} = 2,2$, $SD = 1$), $t(345) = 0,37$, $p = .71$.

Passend hierzu wird auch mittels Mann-Whitney-U-Test kein zweiseitig signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen A ($Med = 2,1$) und NA ($Med = 2$), $U = 14844,5$, $p = .84$ gezeigt.

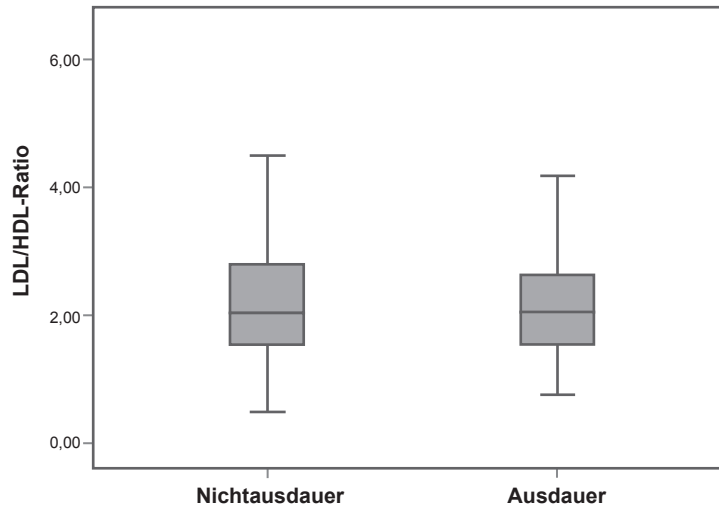


Abb. 14: Unterschied LDL/HDL-Ratio Ausdauer- und Nichtausdauersport

3.5 Regressionen

Tab. 11: Multiple Regressionen für den Gesamtcholesterinwert:

Prädiktor	Modell I			Modell II			Modell III		
	B	SE	P	B	SE	P	B	SE	P
Ausdauersport (=1)	7,78	3,55	0,029	7,02	4,37	0,11	8,55	4,27	0,046
<i>Body-Mass-Index</i>	-,94	0,72	0,20						
Körperfettanteil	1,56	0,38	0,001						
Bauchumfang	-0,14	0,23	-0,54						
Arthrose (=1)				-5,51	4,20	0,19			
Hüft- oder Knie-Prothese (=1)				5,05	4,27	0,24			
Zusätzlicher Kraftsport (=1)				-0,63	6,44	0,92			
Zeit (in Jahren) des ausgeübten Sports				-0,068	0,17	0,69			
Anstrengende Arbeit in Garten u. Haushalt (in Stunden)				0,19	0,15	0,21			

<i>Body-Mass-Index</i>			-1,07	0,81	0,19
Körperfettanteil			1,88	0,42	0,001
Bauchumfang			-0,11	0,25	0,66
Arthrose (=1)			-5,94	4,11	0,15
Hüft- oder Knie-Prothese (=1)			6,15	4,16	0,14
Zusätzlicher Kraftsport (=1)			0,89	6,36	0,89
Zeit (in Jahren) des ausgeübten Sports			-0,06	0,16	0,70
Anstrengende Arbeit in Garten und Haushalt (in Stunden)			0,02	0,16	0,93
R²	0,072	0,026	0,097		

Anmerkung: *B* = Beta-Koeffizient, *SE* = Standardfehler; *P* = P-Wert.

In Tabelle 11 werden multiple lineare Regressionen für den Gesamtcholesterinwert spezifiziert. In Modell I liegt ein Unterschied zwischen Ausdauer- und Nichtausdauersportlern beim TC von 7,78 mg/dl unter Kontrolle des BMI, Körperfettanteils und Bauchumfangs vor. Ausdauersportler weisen hier einen signifikant höheren Gesamtcholesterinwert auf als Nichtausdauersportler ($p = .029$). Darüber hinaus steht der Körperfettanteil in signifikantem Zusammenhang mit dem TC (unter Kontrolle der übrigen Variablen im Modell).

Bei der Betrachtung von Modell II zeigt sich auch unter Kontrolle der Parameter Bestehen einer Arthrose, dem Vorhandensein einer Hüft- oder Kniegelenksendoprothese, der Dauer des ausgeübten Sports, zusätzlichem Kraftsport und dem Ausüben anstrengender Arbeit in Garten und Haushalt kein signifikanter Unterschied beim TC zwischen Ausdauersportlern und Nichtausdauersportlern ($p = .11$). Einen signifikanten Zusammenhang zum TC gibt es auch sonst bei keinem der Parameter.

Einen um 8,55 mg/dl signifikant höheren Gesamtcholesterinwert haben die Ausdauersportler beim Modell III unter Kontrolle aller Variablen aus den Modellen I und II ($p = .046$). Des Weiteren steht wiederum der Körperfettanteil in signifikantem Zusammenhang mit dem TC (unter Kontrolle der übrigen Variablen im Modell III).

4. Diskussion

Der anschließende Diskussionsteil beginnt mit allgemeiner Methodenkritik. Darauf folgt eine kritische Betrachtung des Teilnehmerkollektivs. In den letzten beiden Abschnitten werden die Forschungsfragen aufgegriffen und schließlich Schlussfolgerungen gezogen.

4.1 Methodenkritik

Vor Beginn der Akquise der Studienteilnehmer wurde geplant, zwei möglichst homogene Gruppen bezüglich ihrer Sportaktivitäten zu bilden. Zum einen die Gruppe A aus den Reihen der Präventionssportler, die regelmäßig unter Leitung eines Trainers bei verschiedenen Ausdauersportarten aktiv war. Zum anderen die Gruppe NA bestehend aus Teilnehmern des Knie- und Hüftsports, die aufgrund körperlicher Einschränkungen des Bewegungsapparats keinen Ausdauersport ausüben konnte. Es stellte sich allerdings im Rahmen der Datenerhebung heraus, dass eine Vielzahl der Knie- und Hüftsportler außerhalb der Kursangebote ebenfalls Ausdauersport betrieb, welcher die Gelenke nicht belastete. Somit wurden auch Teilnehmer des Knie- und Hüftsports in A eingruppiert. Um dann eine ausreichende Anzahl an Mitgliedern der Gruppe NA zu erreichen, wurden auch Sportler aus Kursen des Präventionssports, deren Inhalt kein Ausdauersport war, um ihre Teilnahme an der Studie gebeten. Somit kam es zu einer starken Durchmischung der Gruppen. Dies kann als Vorteil gesehen werden, da nicht wie ursprünglich geplant zwei Kollektive miteinander verglichen wurden, die mit völlig verschiedenen Ausgangsbedingungen und Motivationen Sport betrieben.

Insgesamt brachte die Anamnese ein breites Feld von zusätzlichen Freizeitsportaktivitäten sowohl aus dem Ausdauer- als auch aus dem Nichtausdauerbereich zu Tage. Komplizierend kam hinzu, dass der Umfang, die Anzahl

sowie die Intensität der Trainingseinheiten pro Woche und die Zeitspanne in Jahren und die Anzahl der ausgeübten Sportarten sehr heterogen waren.

Um den ursprünglichen Plan einer Bildung homogener Gruppen bezüglich der Sportanamnese weiterverfolgen zu können, wäre es nötig gewesen, mehrere kleinere Untergruppen zu bilden. Dies hätte beim gewählten Studiendesign allerdings nicht zur Beantwortung der Forschungsfragen geführt. Somit wurde entschieden, trotz Verlust vieler Informationen, beim Vergleich von zwei Hauptgruppen zu bleiben. Als gemeinsames Merkmal der Gruppenmitglieder von A blieb damit, unabhängig ihrer ausführlichen Sportanamnese, die regelmäßige Ausübung von mindestens einer Ausdauersportart. Dies war mindestens für einen Zeitraum von einem Jahr und mindestens einmal pro Woche mit einer Intensität größer zwei gefordert. Entsprechendes galt bei der Gruppe NA bezüglich mindestens eines ausgeübten Sportes, mit der Einschränkung, dass in der aktuellen Anamnese kein Ausdauersport vorkommen durfte. Trotz dieser Gemeinsamkeit war die Heterogenität der Gruppenmitglieder bezüglich ihrer Sportaktivität sehr hoch und erschwert die Interpretation der Ergebnisse.

Die hohe Freizeitsportaktivität brachte ein weiteres Problem mit sich. Anders, als bei den vom Verein organisierten Trainingseinheiten, war es nicht möglich, die regelmäßige Ausübung des Sports auf einer Teilnehmerliste nachzuvollziehen. Somit bestand die Gefahr, dass die Mindestvoraussetzungen durch Unregelmäßigkeit oder Unterschreitung des geforderten Jahres nicht korrekt eingehalten wurden oder es zur Einordnung in die falsche Gruppe kam.

Auf die Medikamentenanamnese wurde bei der Datenerhebung großer Wert gelegt. So wurden keine Teilnehmer zugelassen, die eine regelmäßige Einnahme von Statinen, Gallensäure bindenden Ionenaustauschern, Ezetimiben, Phytosterinen, Fibraten oder Nikotinsäuren (NCEP, 2002; Reiner et al., 2011) angaben. Allerdings kam es gelegentlich vor, dass Probanden nicht alle von ihnen eingenommene Medikamente nennen konnten. Somit besteht die Möglichkeit,

dass es auf diesem Weg zu einer Verfälschung der Ergebnisse kam. 151 Teilnehmer gaben eine bekannte Hypertonie an, die unter anderem auch mit Diuretika behandelt wurde. Die regelmäßige Einnahme dieser über einen längeren Zeitraum nimmt keinen Einfluss auf die Serumlipide. Allerdings können sie kurzfristig zu erhöhten TC-, LDL-, VLDL- und TG-Konzentrationen führen. Auch dies ist als Störfaktor denkbar. HDL wird durch Diuretika nicht beeinflusst (Weidmann et al., 1993; Weir and Moser, 2000).

Auch Erkrankungen der Schilddrüse können zu Veränderungen der Blutfettwerte führen (Peppia et al., 2011). 82 Probanden dieser Studie wurden aufgrund einer Schilddrüsenunterfunktion mit Schilddrüsenhormonen behandelt. Obwohl sie eine regelmäßige Kontrolle der euthyreoten Stoffwechsellage angaben, sind trotzdem Entgleisungen durch zu hohe oder niedrige Dosen in beide Richtungen möglich. Die Hypercholesterinämie, ausgelöst durch erhöhte LDL-Spiegel, ist die häufigste Fettstoffwechselstörung bei Hypothyreose. Bezüglich HDL und TG weisen die Daten darauf hin, dass diese erhöht oder vergleichbar mit denen von Gesunden sein können. Bei der Hyperthyreose sind dagegen die HDL- und TG-Spiegel teilweise erniedrigt, ebenso wie TC- und LDL-Spiegel (Mansourian, 2010; Peppia et al., 2011). Somit sind zum einen durch Über- oder Unterdosierung von Schilddrüsenhormonen oder zum anderen durch subklinische Krankheitsverläufe Verfälschungen der Ergebnisse möglich.

Ein weiteres Krankheitsbild, das Einfluss auf das Lipidprofil nimmt, ist der Diabetes mellitus. Daran erkrankt waren 19 Studienteilnehmer. Eine häufige Folge dieser Erkrankung sind erhöhte TC-, LDL und TG-Spiegel. Das HDL kann vermindert sein (Kreisberg, 1998; Merkel, 2009).

Schließlich entstanden durch die Heterogenität der Teilnehmer in Bezug auf Ernährungsverhalten, Genussmittelkonsum und Lebensstil erhebliche Störgrößen, die nicht kontrolliert werden konnten und bei einer Querschnittsstudie dieser Kollektivgröße in Kauf genommen werden mussten.

4.2 Anthropometrische Daten

Im folgenden Abschnitt erfolgt ein kurzer Vergleich der Studienteilnehmer beider Gruppen bezüglich BMI und Bauchumfang mit dem Durchschnitt der deutschen Bevölkerung über 55 Jahren. Hierzu wurden zum einen Daten aus dem Mikrozensus 2013, der amtlichen Repräsentativstatistik des statistischen Bundesamtes, herangezogen, zum anderen aus der Nationalen Verzehrsstudie II des Max Rubner-Instituts von 2008.

Laut den Ergebnissen des Mikrozensus 2013 lag das arithmetische Mittel des BMI bei Personen ab dem 55. Lebensjahr zwischen 26,7 und 27,1 kg/m² (Statistisches Bundesamt, 2013). Im Vergleich hierzu lag der Mittelwert des BMI bei der Gruppe A bei 25 kg/m² und somit unter dem deutschen Durchschnitt. Mit einem BMI von 27 kg/m² bei den Nichtausdauersportlern befanden sich diese im deutschen Durchschnitt und 2 kg/m² höher als die Ausdauersportler.

Betrachtet man den Bauchumfang der deutschen Bevölkerung bewegten sich die Werte bei den über fünfzig Jahre alten Deutschen im Mittel zwischen 92,5 und 97,3 cm (Max Rubner-Institut, 2008 S. 128). Wieder lagen die Ausdauersportler mit 89 cm unter dem deutschen Durchschnitt. Im unteren Drittel des Durchschnitts befanden sich die Probanden der Gruppe NA mit 94 cm. Somit bestand eine Differenz von fünf cm bei annähernd gleicher Geschlechterverteilung in beiden betrachteten Gruppen.

Auf den Vergleich der Teilnehmer dieser Studie bezüglich des Körperfettanteils mit anderen Kollektiven wurde verzichtet, da es für den deutschsprachigen Raum keine Referenzwerte gibt. Ein Hauptgrund hierfür liegt darin, dass die meisten Messmethoden entweder nicht hinreichend genau oder so aufwendig sind, dass sie auf große Kollektive nicht angewendet werden können (Hinghofer-Szalkay, 1989).

Ein Grund für die niedrigeren BMI-, Bauchumfang- und Körperfett-Werte der Gruppe A könnte der höhere Energieumsatz aufgrund der durchschnittlich 3,8 abgeleiteten Sporteinheiten pro Woche sein. Im Gegensatz hierzu absolvierten

die Mitglieder der Gruppe NA nur die Hälfte an Einheiten. Hinzu kommt, dass die Ausdauersportler im Mittel seit 16 Jahren Ausdauersport betrieben. Bei den Nichtausdauersportlern waren es durchschnittlich sechs Jahre weniger. Auch insgesamt schien es eine Tendenz der Gruppe A zu einem gesünderen Lebensstil im höheren Alter zu geben. Der Anteil an rauchenden Teilnehmern war geringer, der Prozentsatz an Personen, die eine Diät einhielten, höher. Möglicherweise achteten die Probanden der Gruppe A ebenfalls insgesamt stärker auf ihr Körpergewicht.

Mit steigendem Alter nehmen Körpergewicht, Körperfettanteil sowie das abdominale Fett zu (Martins et al., 2010). Da der mittlere Altersdurchschnitt bei der Gruppe NA drei Jahre über dem der Gruppe A lag, könnte dies ebenfalls eine Rolle spielen.

4.3 Das Lipidprofil von Ausdauersportlern und Nichtausdauersportlern im Vergleich

In den folgenden beiden Abschnitten werden die gewonnenen Ergebnisse hinsichtlich der oben genannten Forschungsfragen diskutiert. So setzt sich der erste Abschnitt kritisch mit der gestellten Hypothese auseinander. Im zweiten Gliederungspunkt wird kritisch zu den Forschungsfragen zwei und drei Stellung genommen.

4.3.1 Unterschiede beim HDL

Zur Überprüfung der Hypothese, dass Ausdauersportler im gehobenen Lebensalter höhere und damit bessere HDL-Werte als Nichtausdauersportler besitzen, wurden zur Sicherheit zwei statistische Tests gerechnet. Beide ergaben einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Da die erhobenen Daten von einer Normalverteilung abwichen, wird hier das Ergebnis des Mann-Whitney-U-Tests diskutiert, welcher mit Rangsummen rechnet. Vergleicht man beide Gruppen liegt der Median-Wert des HDL der Gruppe A bei 61 mg/dl, bei der

Gruppe NA bei 56 mg/dl. Somit zeigte sich ein um fünf mg/dl signifikant höherer HDL-Spiegel bei den Ausdauersportlern.

Ein Ergebnisvergleich mit anderen Studien ist nur bedingt möglich. Dies liegt zum einen an der bereits oben erläuterten Heterogenität der Sportaktivitäten. Zum anderen untersuchten bisher durchgeführte Querschnittsstudien den Unterschied zwischen Ausdauersportlern und sportlich inaktiven Personen. Die Mehrzahl dieser Studien zeigte höhere HDL-Spiegel im Bereich von vier bis 24 mg/dl bei den Ausdauersportlern im Vergleich zu den sportlich Inaktiven, also Personen die weder Ausdauer- noch anderen Sport trieben (Adner et al., 1980; Blessing et al., 1996; Durstine et al., 2001; Enger et al., 1977; Hagan et al., 1983; Hartung et al., 1980; Herbert et al., 1984; Lehtonen et al., 1978; Martin et al., 1977; Stevenson et al., 1977; Thompson et al., 1983; Thompson et al., 1991; Wood et al., 1977). Somit lagen auch die hier gewonnenen Ergebnisse knapp in diesem Bereich.

Nicht vergleichbar, da bei den oben genannten Querschnittsstudien nicht vorhanden, war der Einfluss der betriebenen Sportarten der Gruppe NA, da auch für einige dieser positive Einflüsse auf das HDL nachgewiesen wurden (Chen et al., 2013, Lee et al., 2012). Dies könnte erklären, warum der Unterschied zwischen beiden Gruppen im Vergleich zu anderen Studien eher im unteren Bereich liegt. Fraglich ist auch, ob bei diesen Sportarten ein Zusammenhang zwischen den Effekten auf die Blutfette und dem Trainingsumfang besteht, wie es beim Ausdauersport gezeigt wurde (Durstine et al., 2001). Im Vergleich mit Daten aus dem Mikrozensus von 1998 lagen die HDL-Werte der Nichtausdauersportler in einem ähnlichen Bereich. Der ermittelte Median von 54,9 mg/dl des deutschen Durchschnitts (Statistisches Bundesamt, 1998) befand sich mit 1,1 mg/dl etwas unter dem der Nichtausdauersportler.

Auch muss an dieser Stelle als weiterer möglicher Einflussfaktor auf die Ergebnisse die Geschlechterverteilung der Gruppen (siehe Tab. 3) genannt werden. Obwohl die Gruppenzusammensetzung im Vergleich sehr ähnlich war, bestanden

beide Gruppe aus mehr als doppelt so vielen Frauen wie Männern. Da das HDL bei Frauen gewöhnlich höher ist als bei Männern (siehe 1.1.3), muss dies beim Vergleich mit anderen Querschnittsuntersuchungen bedacht werden.

Auch eine Vielzahl von Längsschnittuntersuchungen bestätigt den positiven Einfluss von Ausdauersport auf den HDL-Spiegel (Bachi et al., 2015; Durstine et al., 2001; Gordon et al., 2014; Halverstadt et al., 2007; Hespanhol Junior et al., 2015; Kelley et al., 2005; Tambalis et al., 2009). Die Erhöhungen der HDL-Werte traten unabhängig von Änderungen der Körperkomposition ein (Kelley et al., 2005). Auch andere Arbeiten beschrieben keine Abhängigkeit dieser von Körpergewicht und Körperfettanteil (Durstine et al., 2001; Halverstadt et al., 2007). Trotzdem besteht ein Zusammenhang des HDL-Spiegels, der Körperkomposition und des Trainings (Gordon et al., 2014). Eine bekannte Arbeit, die eine Korrelation zwischen Veränderungen beim HDL und dem Körperfettanteil durch Ausdauersport belegte, war die HERITAGE-Studie aus den 1990er-Jahren. Weiterhin wurden Korrelationen zwischen einem niedrigen HDL-Spiegel und der Adipositas allgemein sowie einem erhöhten Anteil an viszeralem Fettgewebe beschrieben (Couillard et al., 2001). Aufgrund des Studiendesigns dieser Arbeit kann keine Aussage über Zusammenhänge von Veränderungen der Blutfettwerte und Körperkomposition getroffen werden. Getestet wurden Korrelationen der Blutfettwerte und Körperkomposition des gesamten Kollektivs. Es zeigten sich signifikant negative Korrelationen zwischen dem HDL-Spiegel und jeweils Körpergewicht, BMI und Bauchumfang. Somit decken sich die Ergebnisse mit denen der oben genannten HERITAGE-Studie und anderen Arbeiten (Haarbo et al., 1989; Katzel et al., 1993; Linn et al., 1989; Schroder et al., 2003; Seidell et al., 2001). Allerdings steht die signifikant positive Korrelation zwischen dem HDL und dem Körperfettanteil im Widerspruch zu anderen Ergebnissen, die ebenfalls eine negative Korrelation dieser beiden Parameter aufzeigten (Coon et al., 1989; Katzel et al., 1993; Kobayashi et al., 2006). Ein Erklärungsansatz hierfür

wäre, dass es aufgrund unterschiedlicher Messmethoden zur Bestimmung des Körperfettanteils zu verschiedenen Ergebnissen gekommen sein kann.

Zu wiederum völlig anderen Schlüssen bezüglich des Zusammenhangs von HDL-Spiegel, Körperkomposition und Training kam eine Kombination aus Querschnitt- und Längsschnittanalyse mit 307 Personen im höheren Lebensalter. Sie hatte zum Ergebnis, dass die Erhöhung des HDL nicht mit körperlicher Aktivität in Verbindung stünde, sondern am ehesten mit der Änderungen der Körperkomposition und Diät (Fonong et al., 1996).

Um die Frage der Relevanz des Unterschieds der HDL-Spiegel beider Gruppen zu klären wurde wiederum das ATP III vom NCEP herangezogen. Ordnet man die HDL-Werte der beiden Gruppen nach der Klassifizierung aus dieser Arbeit ein, lagen die Nichtausdauersportler im normalen Bereich zwischen vierzig und sechzig mg/dl. Dagegen zählen Werte über sechzig mg/dl als hoch. Teil des ATP III ist eine Tabelle zur Risikostratifizierung und somit Primärprävention kardiovaskulärer Erkrankungen. Abhängig von der Anzahl hier genannter Risikofaktoren wurde die Behandlungsschwelle des LDL-Werts als Primärziel der Therapie bei Dyslipidämie gesetzt. So wurden bei null bis einem Risikofaktor LDL-Werte über 160 mg/dl als behandlungswürdig angesehen. Ab zwei oder mehr Risikofaktoren sollte laut ATP III der LDL-Wert unter 130 mg/dl liegen. Allerdings lässt sich aufgrund des protektiven Effekts hoher HDL-Spiegel wieder ein Risikofaktor eliminieren (NCEP, 2002). Somit könnten sich im Fall leitliniengerechter Therapie relevante Folgen für die Ausdauersportler ergeben, da aufgrund des protektiven Effekts des HDL erst später die Indikation zur Behandlung einer Dyslipidämie gestellt werden muss.

4.3.2 Weitere Unterschiede im Lipidprofil

Als weitere wichtige Anteile des Lipidprofils werden nun die gewonnenen Ergebnisse beim LDL, TC und der LDL/HDL-Ratio diskutiert.

Wie bereits oben beschrieben, sollte der LDL-Spiegel im Blut bei Nüchternheit bestimmt werden, da es sonst nach Einsetzen des TG-Werts in die Friedewald-Formel zu falsch niedrigen LDL-Werten kommen kann (Friedewald et al., 1972; Reiner et al., 2011). Diese Voraussetzung konnte im Rahmen dieser Studie nicht immer eingehalten werden. Der Grund dafür war, dass es für einige Teilnehmer von Sporteinheiten am Nachmittag nicht möglich war, bis zum vereinbarten Termin der Blutentnahme über den ganzen Tag nüchtern zu bleiben. Als Kompromiss wurde in solchen Einzelfällen festgelegt, dass die Probanden sich bis zur Messung fettarm ernähren sollten. Trotzdem muss davon ausgegangen werden, dass es hierdurch zu einigen erniedrigten LDL-Werten in beiden Gruppen kam.

Da die erhobenen Messwerte beim LDL von einer Normalverteilung abwichen, werden die Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests diskutiert. Diese lagen bei der Gruppe A mit 118 mg/dl eine Einheit unter der Gruppe NA mit 119 mg/dl. Der Mann-Whitney-U-Test ergab keinen signifikanten Unterschied im Gruppenvergleich. Dieses Ergebnis bestätigte auch der zur Sicherheit ebenfalls gerechnete t-Test für unverbundene Stichproben.

Ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen zeigte sich beim TC. Da die Messwerte in diesem Fall einer Normalverteilung entsprechen, werden die Ergebnisse des t-Tests für unverbundene Stichproben diskutiert, der mit den Mittelwerten 218 mg/dl bei der Gruppe A und 210 mg/dl bei der Gruppe NA rechnet.

Betrachtet man die Ergebnisse anderer Arbeiten, die sich mit dem Einfluss sportlicher Aktivität auf das LDL und TC beschäftigen, passen die hier gewonnenen Erkenntnisse insgesamt zur bestehenden Datenlage. Ein möglicher Erklärungsansatz dafür, dass die betrachteten Lipidwerte in beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied aufwiesen, wäre, dass sich beide Parameter durch die Ausübung von Sport schwer oder nur begrenzt beeinflussbar zeigen. Im

Rahmen der Grundlagenforschung ergaben die Querschnittsstudien wenig Anhalt für eine Reduktion des LDL- oder TC-Spiegels durch Ausdauersport (Durstine et al., 2001). Ähnlich verhielt es sich mit einem Großteil der Längsschnittuntersuchungen über den Einfluss des Ausdauersports auf TC und LDL (Bachi et al., 2015; Durstine et al., 2001; Hespanhol Junior et al., 2015).

Dagegen spricht, dass auch einige Studien eine signifikante Reduktion des TC und LDL durch Ausdauersport zum Ergebnis hatten (Halverstadt et al., 2007). Es wurden Veränderungen berichtet, die sich im Rahmen von vier bis sieben Prozent bewegten (Durstine et al., 2001). Ein aktueller Review berichtet, dass signifikante Veränderungen beim LDL mit einer Gewichtsreduktion korreliert waren (Gordon et al., 2014).

Bezüglich der Sportarten ohne Ausdauerkomponente waren die bisherigen Ergebnisse nicht einheitlich. Zwei Reviews beschrieben in einigen der betrachteten Arbeiten eine Verbesserung des LDL-Spiegels durch Krafttraining beziehungsweise einen Trend dazu (Gordon et al., 2014; Tambalis et al., 2009). Eine andere Studie fand keinen Unterschied im Vergleich einer Ausdauer- und Kraftsportgruppe. Allerdings wurden bei beiden Gruppen signifikante Verbesserungen beim HDL, LDL und TC im Vergleich zur nicht aktiven Kontrollgruppe gemessen (Martins et al., 2010). Signifikante Reduktionen sowohl beim LDL als auch beim TC erbrachte eine Studie, die den Einfluss von Yoga auf die Blutfettwerte untersuchte. Auch hier gingen die Verbesserungen im Lipidprofil mit signifikanten Änderungen des Bauchumfangs, BMI und Körperfettanteils einher (Lee et al., 2012).

Kombiniertes Training mit Ausdauer- und Kraftkomponente, welches von vielen Teilnehmern der Gruppe A absolviert wurde, hat dazu geführt, dass neben den positiven Effekten auf das HDL auch eine Reduktion des TC und LDL gemessen werden konnte (Stewart et al., 2005; Tambalis et al., 2009).

Zu vielen Sportarten, die von Studienteilnehmern ausgeführt wurden, fehlen Vergleichsdaten bezüglich ihrer Wirkung auf das Lipidprofil. Somit kann keine

Aussage darüber getroffen werden, ob diese eine Rolle im Gruppenvergleich spielen. Wie bereits gesagt wurde, scheinen Ausdauersport und Kraftsport nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. Da auf der Seite der Gruppe NA der Anteil an Kraftsportlern sowie Teilnehmern von Yoga höher war und im Gegensatz dazu bei der Gruppe A häufiger kombiniertes Training durchgeführt wurde, könnte es dadurch zu einem Ausgleich der Werte beim TC und LDL im Gruppenvergleich gekommen sein.

Eine Verbindung zwischen der Körperkomposition und dem LDL-Spiegel konnte in dieser Arbeit nicht gesehen werden, obwohl andere Studien diesen zeigten. Positive Korrelationen zwischen LDL und dem BMI (Haarbo et al., 1989; Kobayashi et al., 2006; Sattar et al., 1998; Suka et al., 2006), dem Körperfettanteil (Kobayashi et al., 2006) und dem Bauchumfang (Haarbo et al., 1989; Sattar et al., 1998; Seidell et al., 2001) wurden nachgewiesen.

Korrelationen, die sich mit früheren Ergebnissen decken, wurden allerdings beim TC gefunden. Dieses war positiv mit dem Bauchumfang (Haarbo et al., 1989; Sattar et al., 1998) und dem Körperfettanteil (Kobayashi et al., 2006) assoziiert. Nicht zu erklären ist allerdings die negative Korrelation zwischen dem BMI und dem TC, die im Widerspruch zu anderen Arbeiten (Kobayashi et al., 2006; Sattar et al., 1998; Suka et al., 2006) steht. Da in den Gesamtcholesterinwert sowohl das HDL als auch das LDL miteinfließen, wurden für diesen Parameter Regressionen spezifiziert, um Einflüsse gezielt kontrollieren zu können.

So wurden in Modell I die Parameter der Körperkomposition eingebracht. Unter Kontrolle von BMI, Körperfettanteils und Bauchumfangs ergab sich ein signifikanter Unterschied beim TC zwischen beiden Gruppen. So lag der Wert bei den Ausdauersportlern um 7,78 mg/dl höher als bei den Nichtausdauersportlern. Dies unterstreicht insgesamt nochmals den wichtigen Einfluss der Körperkomposition auf den Lipidstoffwechsel. Die Heterogenität der Studienteilnehmer in Bezug auf diese erschwert somit die Interpretation der Ergebnisse.

Betrachtet man in Modell II hingegen den Einfluss von Arthrose-Beschwerden, einer Knie- oder Hüftgelenksendoprothese, Kraftsport, der Ausübungsdauer von Sport und dem Durchführen anstrengender Arbeit im häuslichen Umfeld, fanden sich hier keine signifikanten Effekte. Bezüglich des Kraftsports bekräftigt dies den eher geringen Trainingseffekt im Hinblick auf das TC. Auch scheinen durchgeführte Arbeiten im Haushalt ohne Effekt zu bleiben. Ebenfalls blieb die Länge der Ausübung einer Sportaktivität in Jahren ohne Einfluss. Da aber die Ergebnisse über die Beeinflussbarkeit des TC ohnehin nicht einheitlich sind, ist dies nicht weiter verwunderlich. Auch das Leiden an einer Arthrose beziehungsweise die stattgehabte Implantation einer Knie- oder Hüftgelenksendoprothese sorgte nicht für einen signifikanten Unterschied. Dies erscheint folgerichtig, da sich im Rahmen der Datenerhebung zeigte, dass Teilnehmer trotz dieser Beeinträchtigungen nicht belastenden Ausdauersport ausüben konnten.

Erst im Modell III, in dem die Parameter aus beiden Modellen zusammengefasst wurden, zeigte sich wieder eine signifikante Differenz. Wieder war das TC bei den Ausdauersportlern um 8,55 mg/dl höher. Insgesamt heben die spezifizierten Regressionen den Einfluss der Körperkomposition hervor und bestätigen die Hypothese, dass der Einfluss von Ausdauer- und Kraftsport auf das TC nur gering zu sein scheint.

Abschließend werden nun die gewonnenen Ergebnisse bei der LDL/HDL-Ratio erörtert. Da auch in diesem Fall die gewonnenen Daten nicht normalverteilt waren, wird das Ergebnis des Mann-Whitney-U-Tests verwendet. Dieser ergab keinen signifikanten Unterschied beim Vergleich der Quotienten von 2,1 bei den Ausdauersportlern und zwei bei den Nichtausdauersportlern. Auf beiden Seiten liegen die Ergebnisse sowohl in der Primär- als auch in der Sekundärprävention außerhalb der festgelegten Risikobereiche (vgl. Tab. 2). Dieser günstige Bereich der Ratio in beiden Gruppen dürfte auch durch die Vorselektion bei der Auswahl der Probanden begründet sein, da bekannte Dyslipidämien, die medikamentös

behandelt wurden, ein Ausschlusskriterium von der Studie darstellten und somit nur selten eine behandlungswürdige Dyslipidämie bestand.

Es bestand eine signifikant positive Korrelation des Bauchumfangs zur LDL/HDL-Ratio. Zum gleichen Ergebnis kamen Haarbo et al. in ihrer Arbeit (1989).

4.4 Schlussfolgerungen

Aufgrund der erhobenen Messwerte im Rahmen dieser Untersuchung war es möglich, die Hypothese zu bestätigen, dass Ausdauersportler auch im Lebensalter über 55 Jahren höhere HDL-Spiegel und damit ein günstigeres Lipidprofil als Nichtausdauersportler besitzen. Ein regelmäßiges Training über mindestens ein Jahr bei einer Einheit pro Woche erbrachte einen signifikanten und relevanten Unterschied beim HDL. Da die Ausübung von Ausdauersport als eindeutige Gruppierungsvariable fungierte, erwies sich die Querschnittsuntersuchung als geeignetes Studiendesign zur Überprüfung dieser Hypothese.

Weitere signifikante Unterschiede im Lipidprofil bezüglich TC, LDL und LDL/HDL-Ratio konnten nicht gezeigt werden. Die Art der Gruppenbildung mittels Ausübung von Ausdauersport erwies sich in diesem Zusammenhang allerdings als problematisch. Grund dafür war, dass ein Großteil der Probanden aus Gruppe A ebenfalls Sportarten aus dem Bereich Nichtausdauer ausübten. Hinzu kam die knappe Datenlage bezüglich der Auswirkungen vieler dieser Sportarten auf den Lipidstoffwechsel. Somit konnte nicht gezeigt werden, ob das alleinige Ausüben von Nichtausdauersport der Gruppe NA im Vergleich zu nur Ausdauersport bei A positive Einflüsse auf das Lipidprofil hatte. Vielmehr wurden diesbezüglich zwei ähnliche Gruppen verglichen. Zusätzlich erwies es sich als schwierig eindeutige Aussagen über die Zusammenhänge der Körperkomposition und der betrachteten Lipidparameter zu treffen. Es gab diesbezüglich sowohl Übereinstimmungen als auch Abweichungen von früheren Forschungsergebnissen. Die durchgeführten Regressionen zeigten aber die Wichtigkeit der Körperkomposition im Zusammenhang mit dem Lipidprofil.

5. Zusammenfassung

Kardiovaskuläre Erkrankungen sind die häufigste Todesursache in Deutschland sowie auch im Rest von Europa. Betroffen sind besonders ältere Menschen. Bei weiterhin steigender Lebenserwartung in Deutschland wird die Bedeutung kardiovaskulärer Erkrankungen noch zunehmen, da die Wahrscheinlichkeit zu erkranken mit dem Alter exponentiell zunimmt. Sowohl Bewegungsmangel als auch eine Störung des Fettstoffwechsels sind Risikofaktoren. Um letzterer zu begegnen, empfehlen die Leitlinien zu diesem Thema sportliche Aktivität in jedem Lebensalter. Viele Studien berichten über die Möglichkeit, das Lipidprofil durch Sport zu verbessern. Obgleich die Forschungsergebnisse zu diesem Thema nicht immer einheitlich sind, ist insbesondere der positive Effekt von Ausdauersport auf das HDL gut belegt. Weiterhin scheinen auch TC und LDL beeinflussbar zu sein, was meist mit einer Änderung der Körperkomposition einhergeht. Allerdings stellt sich besonders die Datenlage zum Einfluss verschiedener sportlicher Aktivität auf das Lipidprofil bei älteren Menschen im Rahmen von Querschnittsstudien als begrenzt dar.

Aufgrund der genannten Tatsachen soll die vorliegende Arbeit zum Erkenntnisgewinn auf diesem Gebiet beitragen. Zum einen soll die Hypothese überprüft werden, ob regelmäßiger Ausdauersport auch im höheren Lebensalter zu höheren HDL-Werten und damit zu einem günstigerem Lipidprofil bei Ausdauersportlern als bei Nichtausdauersportler führt. Des Weiteren sollen andere Unterschiede bezüglich TC, LDL und der LDL/HDL-Ratio bei Ausdauer- und Nichtausdauer-sportlern untersucht werden. Schließlich soll noch die Abhängigkeit der Parameter des Lipidprofils von der Körperkomposition beleuchtet werden.

Hierzu wurde eine Querschnittsanalyse durchgeführt, in der zwei Sportgruppen mit einem Durchschnittsalter von 68,7 Jahren miteinander bezüglich ihres Lipidprofils, der Körperkomposition und anderer Einflussfaktoren verglichen wurden. Als Gruppierungsvariable diente das Treiben von Ausdauersport oder eben nicht

über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr an mindestens einem Tag der Woche. 175 Ausdauersportler und 183 Nichtausdauersportler durchliefen eine schriftliche Anamneseerhebung sowie die Messung von Bauchumfang und Körperfettanteil. Außerdem wurde nach der Entnahme von Vollblut ein Lipidprofil erstellt. Als Messinstrumente wurden ein zuvor erarbeiteter Fragebogen mit allgemeinem und medizinischem Teil sowie Fragen zur Sportaktivität verwendet. Die Erhebung der anthropometrischen Daten erfolgte mittels Maßband und *Lange Skinfold Caliper*. Die Erstellung des Lipidprofils erfolgte vor Ort mit dem *Cholestech-LDX* System.

Es zeigte sich mit 61 mg/dl ein fünf mg/dl signifikant höheres HDL bei den Ausdauersportlern als bei den Nichtausdauersportlern mit 56 mg/dl ($p = .045$). Weitere signifikante Unterschiede beim TC, LDL oder LDL/HDL-Ratio ergaben sich nicht. Es zeigten sich signifikant negative Korrelationen zwischen dem HDL-Spiegel und jeweils Körpergewicht, BMI und Bauchumfang. Keine signifikanten Korrelationen gab es beim LDL und den Parametern der Körperkomposition. Positive Assoziationen im signifikanten Bereich zeigten sich zwischen TC und dem Bauchumfang sowie Körperfettanteil.

Die durchgeführte Studie konnte die Hypothese eines besseren HDL-Profiles bei Ausdauersportlern im höheren Lebensalter bestätigen. Der Unterschied war nicht nur signifikant, sondern kann auch als relevant im Hinblick auf eine Therapieentscheidung gesehen werden. Dass bei den übrigen Lipidprofil-Parametern keine Unterschiede gefunden wurden, stimmt mit einem Großteil der Ergebnisse anderer Studien überein. TC und LDL scheinen durch sportliche Aktivität schwer beeinflussbar zu sein. Allerdings könnte auch die Zusammensetzung der verglichenen Gruppen verantwortlich für die Ergebnisse sein, da sehr viele Faktoren auf Kosten der Gruppenbildung nicht kontrolliert werden konnten. Hier ist insbesondere der Freizeitsport zu nennen, dessen tatsächlicher Umfang und Einfluss nur bedingt objektivierbar war. Weiterhin können die gewonnenen Ergebnisse nur teilweise mit

anderen Studien verglichen werden, da es kaum Vergleichsdaten gibt. Somit wären weitere Querschnittsstudien wünschenswert, die den Einfluss verschiedener sportlicher Aktivitäten auf das Lipidprofil vergleichen. Dies gilt insbesondere für Sportler im höheren Lebensalter. Die größte Schwierigkeit liegt hier in der Gruppenbildung. Um den Einfluss zwei verschiedener Sportarten auf das Lipidprofil vergleichen zu können, sollten die Studienteilnehmer neben der behandelten Sportart keine weitere ausführen, um Störeinflüsse zu vermeiden. Idealerweise sollte jeglicher Sport unter Anleitung eines Trainers ausgeübt werden, um die Angaben der Studienteilnehmer objektivieren zu können.

6. Literaturverzeichnis

- (2002): Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* 106: 3143–3421.
- Adner, M. and Castelli, W. (1980): Elevated high-density lipoprotein levels in marathon runners. *JAMA* 243: 534–536.
- Allain, C.C., Poon, L.S., Chan, C.S., Richmond, W. and Fu, P.C. (1974): Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin Chem* 20: 470–475.
- Bachi, A.L., Rocha, G.A., Sprandel, M.C., Ramos, L.R., Gravina, C.F., Pithon-Curi, T.C., et al. (2015): Exercise training improves plasma lipid and inflammatory profiles and increases cholesterol transfer to high-density lipoprotein in elderly women. *J Am Geriatr Soc* 63: 1247–1249.
- Beta Technology (2008): Lange Skinfold Caliper. Operators Manual, in: Langeservicecenter.com, URL: <http://www.langeservicecenter.com/Lange%20Manual.pdf> (Stand: 18.09.2014).
- Blessing, D., Warren, B., Williford, H. and Keith, R (1996): Influence of sport participation on blood lipids and lipoproteins in competitive female athletes. *Sports Med Train Rehab* 7: 77–85.
- Boardley, D., Fahlman, M., Topp, R., Morgan, A.L. and McNevin, N. (2007): The impact of exercise training on blood lipids in older adults. *Am J Geriatr Cardiol* 16: 30–35.
- Brunzell, J.D., Davidson, M., Furberg, C.D., Goldberg, R.B., Howard, B.V., Stein, J.H., et al. (2008): Lipoprotein management in patients with cardiometabolic risk: consensus statement from the American Diabetes Association and the American College of Cardiology Foundation. *Diabetes Care* 31: 811–822.
- Buchwald, H., Boen, J.R., Nguyen, P.A., Williams, S.E. and Matts, J.P. (2001): Plasma lipids and cardiovascular risk: a POSCH report. Program on the Surgical Control of the Hyperlipidemias. *Atherosclerosis* 154: 221–227.
- CDC (o. J. a): Cholesterol Reference Method Laboratory Network, in: [cdc.gov/labstandards](http://www.cdc.gov/labstandards), URL: <http://www.cdc.gov/labstandards/crmln.html> (Stand: 29.09.2015).
- CDC (o. J. b): Manufacturer Certification Program, in: [cdc.gov/labstandards/crmln.html](http://www.cdc.gov/labstandards/crmln.html), URL: http://www.cdc.gov/labstandards/crmln_manufacturers.html (Stand: 29.09.2015).
- CDC, (o. J. c): lists of the clinical diagnosis products, in: [cdc.gov/labstandards/crmln.html](http://www.cdc.gov/labstandards/crmln.html), URL: http://www.cdc.gov/labstandards/crmln_clinical.html (Stand: 29.09.2015)
- Chen, M., He, M., Min, X., Pan, A., Zhang, X., Yao, P., et al. (2013): Different physical activity subtypes and risk of metabolic syndrome in middle-aged and older Chinese people. *PLoS One* 8: e53258.
- Cholestech Corporation (2004): Cholestech LDX. Packungsbeilage Lipid-Profil•Glu, in: micromedical.de, URL: <http://micromedical.de/userProductsData/cholestechLDX/de/downloads/LDXPackungsbeilageLIPIDGLU.pdf> (Stand: 30.09.2014).

- Cholestech Corporation (2006): Cholestech LDX. Gebrauchsanweisung des Systems, in: micro-medical.de, URL: <http://micromedical.de/userProductsData/cholestechLDX/de/downloads/Bedienungsanleitung.pdf> (Stand: 30.09.2014).
- Coon, P.J., Bleecker, E.R., Drinkwater, D.T., Meyers, D.A. and Goldberg, A.P. (1989): Effects of body composition and exercise capacity on glucose tolerance, insulin, and lipoprotein lipids in healthy older men: a cross-sectional and longitudinal intervention study. *Metabolism* 38: 1201–1209.
- Cooney, M.T., Dudina, A., De Bacquer, D., Wilhelmsen, L., Sans, S., Menotti, A., et al. (2009): HDL cholesterol protects against cardiovascular disease in both genders, at all ages and at all levels of risk. *Atherosclerosis* 206: 611–616.
- Couillard, C., Despres, J.P., Lamarche, B., Bergeron, J., Gagnon, J., Leon, A.S., et al. (2001): Effects of endurance exercise training on plasma HDL cholesterol levels depend on levels of triglycerides: evidence from men of the Health, Risk Factors, Exercise Training and Genetics (HERITAGE) Family Study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 21: 1226–1232.
- Durnin, J.V. and Womersley, J. (1974): Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 32: 77–97.
- Durstine, J.L., Grandjean, P.W., Davis, P.G., Ferguson, M.A., Alderson, N.L. and DuBose, K.D. (2001): Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med* 31: 1033–1062.
- Eid, M., Gollwitzer M., Schmitt, M., Statistik und Forschungsmethoden. 3. Auflage, Beltz Verlag, 2013.
- Enger, S., Herbjornsen, K., Erikssen, J. and Fretland, A. (1977): High density lipoproteins (HDL) and physical activity: the influence of physical exercise, age, and smoking on HDL-cholesterol and the HDL-/total cholesterol ratio. *Scand J Clin Lab Invest* 37: 251–255.
- Fernandez, M.L. and Webb, D. (2008): The LDL to HDL cholesterol ratio as a valuable tool to evaluate coronary heart disease risk. *J Am Coll Nutr* 27: 1–5.
- Hagan, R. and Gettman, L. (1983): Maximal aerobic power, body fat, and serum lipoproteins in male distance runners. *J Cardiac Rehab* 3: 331–337.
- Hartung, G., Foreyt, J., Mitchell, R., Vlasek, I. and Gotto A. (1980): Relation of diet to high-density-lipoprotein cholesterol in middle-aged marathon runners, joggers, and inactive men. *N Engl J Med* 302: 357–361.
- Herbert, P., Bernier, D., Cullinane, E., Edelstein, L., Kantor, M. and Thompson, P. (1984): High-density lipoprotein metabolism in runners and sedentary men. *JAMA* 252: 1034–1037.
- Fonong, T., Toth, M.J., Ades, P.A., Katznel, L.I., Calles-Escandon, J. and Poehlman, E.T. (1996): Relationship between physical activity and HDL-cholesterol in healthy older men and women: a cross-sectional and exercise intervention study. *Atherosclerosis* 127: 177–183.
- Friedewald, W.T., Levy, R.I. and Fredrickson, D.S. (1972): Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499–502.
- Gordon, B., Chen, S. and Durstine, J.L. (2014): The effects of exercise training on the traditional lipid profile and beyond. *Curr Sports Med Rep* 13: 253–259.

- Graham, I., Atar, D., Borch-Johnsen, K., Boysen, G., Burell, G., Cifkova, R., et al. (2007): European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: executive summary. Fourth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 14 Suppl 2: E1–40.
- Grundty SM: Nutrition in the management of disorders of serum lipids and lipoproteins. In: Shils ME, Shike M, Ross AC, Caballero B und Cousins RJ (Hrsg.). *Modern nutrition in health and disease*. 10. Auflage, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2005, S. 1076–1094.
- Haarbo, J., Hassager, C., Riis, B.J. and Christiansen, C. (1989): Relation of body fat distribution to serum lipids and lipoproteins in elderly women. *Atherosclerosis* 80: 57–62.
- Halverstadt, A., Phares, D.A., Wilund, K.R., Goldberg, A.P. and Hagberg, J.M. (2007): Endurance exercise training raises high-density lipoprotein cholesterol and lowers small low-density lipoprotein and very low-density lipoprotein independent of body fat phenotypes in older men and women. *Metabolism* 56: 444–450.
- Hatzinger R, Nagel H: *SPSS Statistics: Statistische Methoden und Fallbeispiele*. 1. Auflage, Pearson Studium, München, 2009.
- Havel, R.J. (2010): Triglyceride-rich lipoproteins and plasma lipid transport. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 30: 9–19.
- Hespanhol Junior, L.C., Pillay, J.D., van Mechelen, W. and Verhagen, E. (2015): Meta-Analyses of the effects of habitual running on indices of health in physically inactive adults. *Sports Med* 45: 1455–1468.
- Hinghofer-Szalkay, H. (1989): Ernährungsstatus und Körperzusammensetzung. *Öst Ärztztg* 44: 48–57.
- Katzel, L.I., Busby-Whitehead, M.J. and Goldberg, A.P. (1993): Adverse effects of abdominal obesity on lipoprotein lipids in healthy older men. *Exp Gerontol* 28: 411–420.
- Kelley, G.A., Kelley, K.S. and Tran, Z.V. (2005): Exercise, lipids, and lipoproteins in older adults: a meta-analysis. *Prev Cardiol* 8: 206–214.
- Kieser Training AG (o. J.): Trainingsprinzipien Krafttraining in: [kieser-training.ch/training](http://www.kieser-training.ch/training), URL: <http://www.kieser-training.ch/training/trainingsprinzipien> (Stand: 07.03.2016).
- Kobayashi, J., Murano, S., Kawamura, I., Nakamura, F., Murase, Y., Kawashiri, M.A., et al. (2006): The relationship of percent body fat by bioelectrical impedance analysis with blood pressure, and glucose and lipid parameters. *J Atheroscler Thromb* 13: 221–226.
- Kostner GM, Scharnagel H, Kostner K, März W: Zusammensetzung und Stoffwechsel der Lipoproteine. In: Schwandt P und Parhofer KG (Hrsg.). *Handbuch der Fettstoffwechselstörungen Dyslipoproteinämien und Atherosklerose: Diagnostik, Therapie und Prävention*. 3. Auflage, Schattauer Verlag, Stuttgart, 2006, S. 2–65.
- Kreisberg, R.A. (1998): Diabetic dyslipidemia. *Am J Cardiol* 82: 67U–73U; discussion 85U–86U.
- Kritchevsky D: Cholesterol and other dietary sterols. In: Shils ME, Shike M, Ross AC, Caballero B und Cousins RJ (Hrsg.). *Modern nutrition in health and disease*. 10. Auflage, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2005, S. 123–135.

- Lee, J.A., Kim, J.W. and Kim, D.Y. (2012): Effects of yoga exercise on serum adiponectin and metabolic syndrome factors in obese postmenopausal women. *Menopause* 19: 296–301.
- Linn, S., Fulwood, R., Rifkind, B., Carroll, M., Muesing, R., Williams, O.D., et al. (1989): High density lipoprotein cholesterol levels among US adults by selected demographic and socio-economic variables. The Second National Health and Nutrition Examination Survey 1976-1980. *Am J Epidemiol* 129: 281–294.
- Lehtonen, A. and Viikari, J. (1978): Serum triglycerides and cholesterol and serum high density lipoprotein cholesterol in highly physically active men. *Acta Med Scand* 204: 111–114.
- Lozano, R., Naghavi, M., Foreman, K., Lim, S., Shibuya, K., Aboyans, V., et al. (2012): Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 380: 2095–2128.
- Manninen, V., Tenkanen, L., Koskinen, P., Huttunen, J.K., Manttari, M., Heinonen, O.P., et al. (1992): Joint effects of serum triglyceride and LDL cholesterol and HDL cholesterol concentrations on coronary heart disease risk in the Helsinki Heart Study. Implications for treatment. *Circulation* 85: 37–45.
- Mansourian, A.R. (2010): The state of serum lipids profiles in sub-clinical hypothyroidism: a review of the literature. *Pak J Biol Sci* 13: 556–62.
- Martin, R., Haskell, W. and Wood, P. (1977): Blood chemistry and lipid profiles of elite distance runners. *Ann N Y Acad Sci* 301: 346–360.
- Martins, R.A., Verissimo, M.T., Coelho e Silva, M.J., Cumming, S.P. and Teixeira, A.M. (2010): Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. *Lipids Health Dis* 9: 76.
- Max Rubner-Institut (Hrsg.): Nationale Verzehrsstudie II, Ergebnisbericht, Teil 1. Die Bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen. Max Rubner-Institut, Karlsruhe, 2008.
- Merkel, M. (2009): Diabetic dyslipoproteinemia: beyond LDL. *Dtsch Med Wochenschr* 134: 1067–1073.
- Millan, J., Pinto, X., Munoz, A., Zuniga, M., Rubies-Prat, J., Pallardo, L.F., et al. (2009): Lipoprotein ratios: Physiological significance and clinical usefulness in cardiovascular prevention. *Vasc Health Risk Manag* 5: 757–765.
- Nelson, M.E., Rejeski, W.J., Blair, S.N., Duncan, P.W., Judge, J.O., King, A.C., et al. (2007): Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 116: 1094–105.
- Nichols, M., Townsend, N., Scarborough, P. and Rayner, M. (2014): Cardiovascular disease in Europe 2014: epidemiological update. *Eur Heart J* 35: 2950–2959.
- Peppas, M., Betsi, G. and Dimitriadis, G. (2011): Lipid abnormalities and cardiometabolic risk in patients with overt and subclinical thyroid disease. *J Lipids* 2011: 575840.
- Poirier, P., Giles, T.D., Bray, G.A., Hong, Y., Stern, J.S., Pi-Sunyer, et al. (2006): Obesity and cardiovascular disease: pathophysiology, evaluation, and effect of weight loss: an update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease from the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. *Circulation* 113: 898–918.

- Posten, H.O. (1978): The robustness of the two-sample t-test over the Pearson system. *Journal of Statistical Computation and Simulation* 6: 295–311.
- Präventionssportgruppen Tübingen e.V. (o. J. a): Willkommen bei den „Prävis“!, in: praeventionssport-tuebingen.de, URL: <http://www.praeventionssport-tuebingen.de/der-verein/Home> (Stand: 18.09.2014).
- Präventionssportgruppen Tübingen e.V. (o. J. b): Knie und Hüftsport, in: praeventionssport-tuebingen.de, URL: <http://www.praeventionssport-tuebingen.de/kursangebot/knie--und-hueftsport> (Stand: 18.09.2014).
- Reiner, Z., Catapano, A.L., De Backer, G., Graham, I., Taskinen, M.R., Wiklund, O., et al. (2011): ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias. *Rev Esp Cardiol* 64: 1168 e1–1168 e60.
- Roschlau, P., Bernt, E. and Gruber, W. (1974): Enzymatic determination of total cholesterol in serum (author's transl). *Z Klin Chem Klin Biochem* 12: 403–407.
- Sattar, N., Tan, C.E., Han, T.S., Forster, L., Lean, M.E., Shepherd, J., et al. (1998): Associations of indices of adiposity with atherogenic lipoprotein subfractions. *Int J Obes Relat Metab Disord* 22: 432–439.
- Sawilowsky, S.S., Blair, R. C. (1992): A more realistic look at the robustness and Type II error properties of the t test to departures from population normality. *Psychol Bull.* 111: 352–360.
- Schroder, H., Marrugat, J., Elosua, R. and Covas, M.I. (2003): Relationship between body mass index, serum cholesterol, leisure-time physical activity, and diet in a Mediterranean Southern-Europe population. *Br J Nutr* 90: 431–439.
- Seidell, J.C., Perusse, L., Despres, J.P. and Bouchard, C. (2001): Waist and hip circumferences have independent and opposite effects on cardiovascular disease risk factors: the Quebec Family Study. *Am J Clin Nutr* 74: 315–321.
- Siedel, J., Hagele, E.O., Ziegenhorn, J. and Wahlefeld, A.W. (1983): Reagent for the enzymatic determination of serum total cholesterol with improved lipolytic efficiency. *Clin Chem* 29: 1075–1080.
- Statistisches Bundesamt (1998): Krankheiten/ Gesundheitsprobleme. Herz- und Kreislauf-Erkrankungen. sonstiges. Tabelle (statisch): Cholesterinmesswerte, in: [destatis.de/DE/Startseite.html](http://www.destatis.de/DE/Startseite.html), URL: http://www.gbe-bund.de/gbe10/ergebnisse.prc_tab?fid=4228&suchstring=&query_id=&sprache=D&fund_typ=TAB&methode=&vt=&verwandte=1&page_ret=0&seite=1&p_lfd_nr=4&p_news=&p_sprachkz=D&p_uid=gastd&p_aid=71434945&hlp_nr=2&p_janein=J#TAB3 (Stand: 25.12.2015).
- Statistisches Bundesamt (2012): Statement von Präsident Roderich Egeler, in: [destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2012/jahrbuch/jahrbuch2012_pk.html](http://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2012/jahrbuch/jahrbuch2012_pk.html), URL: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2012/jahrjahr/statement_egeler_jahrbuch2012.pdf?__blob=publicationFile (Stand: 13.03.2016).
- Statistisches Bundesamt (2013): Zahlen & Fakten. Gesellschaft & Staat. Gesundheit. Gesundheitszustand & -relevantes Verhalten. Körpermaße nach Altersgruppen und Geschlecht. Ergebnisse des Mikrozensus 2013, in: [destatis.de/DE/Startseite.html](http://www.destatis.de/DE/Startseite.html), URL: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/GesundheitszustandRelevantesVerhalten/Tabellen/Koerpermasse.html> (Stand: 21.03.2016).

- Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Gesundheit – Todesursachen in Deutschland 2014. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2016.
- Stevenson, E., DeSouza, C., Jones, P., VanPelt, R. and Seals, D. (1997): Physically active women demonstrate less adverse age-related changes in plasma lipids and lipoproteins. *Am J Cardiol* 80: 1360–1364.
- Stewart, K.J., Bacher, A.C., Turner, K., Lim, J.G., Hees, P.S., Shapiro, E.P., et al. (2005): Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. *Am J Prev Med* 28: 9–18.
- Stone, N.J., Robinson, J.G., Lichtenstein, A.H., Bairey Merz, C.N., Blum, C.B., Eckel, R.H., et al. (2014): 2013 ACC/AHA guideline on the treatment of blood cholesterol to reduce atherosclerotic cardiovascular risk in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 129: 1–45.
- Suka, M., Yoshida, K. and Yamauchi, K. (2006): Impact of body mass index on cholesterol of Japanese adults. *Int J Clin Pract* 60: 770–782.
- Tambalis, K., Panagiotakos, D.B., Kavouras, S.A. and Sidossis, L.S. (2009): Responses of blood lipids to aerobic, resistance, and combined aerobic with resistance exercise training: a systematic review of current evidence. *Angiology* 60: 614–632.
- Thompson, P., Lazarus, B., Cullinane, E., Henderson, L., Musliner, T., Eshleman, R., et al. (1983): Exercise, diet, or physical characteristics as determinants of HDL-levels in endurance athletes. *Atherosclerosis* 46: 333–339.
- Thompson, P., Cullinane, E., Sady, S., Flynn, M., Chenevert, C. and Herbert, P. (1991): High density lipoprotein metabolism in endurance athletes and sedentary men. *Circulation* 84: 140–152.
- Wang, C.H., Chung, M.H., Chan, P., Tsai, J.C. and Chen, F.C. (2014): Effects of endurance exercise training on risk components for metabolic syndrome, interleukin-6, and the exercise capacity of postmenopausal women. *Geriatr Nurs* 35: 212–218.
- Warnick, G.R., Benderson, J. and Albers, J.J. (1982): Dextran sulfate-Mg²⁺ precipitation procedure for quantitation of high-density-lipoprotein cholesterol. *Clin Chem* 28: 1379–1388.
- Weidmann, P., de Courten, M., Ferrari, P. and Bohlen, L. (1993): Serum lipoproteins during treatment with antihypertensive drugs. *J Cardiovasc Pharmacol* 22 Suppl 6: 98–105.
- Weir, M.R. and Moser, M. (2000): Diuretics and beta-blockers: is there a risk for dyslipidemia? *Am Heart J* 139(1 Pt 1): 174–183.
- Wood, P., Haskell, W., Stern, M., Lewis, S. and Perry, C. (1977): Plasma lipoprotein distributions in male and female runners. *Ann N Y Acad Sci* 301: 748–763.

7. Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde in der medizinischen Universitätsklinik Tübingen – Abteilung Sportmedizin unter der Betreuung von Herrn Prof. Dr. Hans-Christian Heitkamp durchgeführt. Die Konzeption der Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Heitkamp und Herrn Jochen Kraus. Sämtliche Messungen und Untersuchungen wurden von mir in Zusammenarbeit mit Herrn Jochen Kraus durchgeführt. Die statistische Auswertung erfolgte nach Beratung durch das Institut für Biometrie durch mich. Ich versichere das Manuskript selbstständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Friedrichshafen, den 12.10.2016

Danksagung

An erster Stelle möchte ich meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. H.-Ch. Heitkamp für die Überlassung der Dissertation danken. In jeder Phase dieser Arbeit stand er mir stets mit Rat und Tat zur Seite. Besonders angenehm waren das freundliche Arbeitsklima und die unkomplizierte Kommunikation. Schließlich war er sich auch nicht zu schade, als Teilnehmer einen weiteren Beitrag zur Studie zu leisten.

Weiterer Dank gilt meinem Kollegen Jochen Kraus, mit dem es mir gelungen ist, die Datenerhebung in einem überschaubaren Zeitraum abzuschließen. Dies verdanke ich nicht zuletzt seinem Improvisationstalent und seinem persönlichem Engagement.

Weiterhin danke ich Frau Aline Naumann vom Institut für Biometrie der Universität Tübingen für die statistische Beratung im Vorfeld der Dissertation.

Abschließend danke ich herzlich den Übungsleiterinnen und Übungsleitern der Präventionssportgruppen sowie Knie- und Hüftsportgruppen. Weiterhin allen teilnehmenden Sportlerinnen und Sportlern für die engagierte Mitarbeit.

8. Anhang

Anamnesebogen Seite 1/3

Studie: Lipid- und Kohlenhydratstoffwechsel bei allen Teilnehmern der Hüft- und Kniesportgruppen und bei den anderen aktiven Präventionssportlern

Anamnesebogen

Probandennummer.....

1. Eigenanamnese

Alter:..... Geschlecht:..... Größe:.....cm Gewicht:.....kg

Ernährungsbesonderheiten: nein vegetarisch fettarm andere, wenn ja welche:

.....

Genussmittel:

		täglich	1-3 x pro Woche	selten	nie
Alkohol:	Bier/Wein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Spirituosen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Rauchen: wie viele Jahre..... Wie viele pro Tag..... Wann aufgehört.....

Allergien: nein ja, welche:.....
.....

Medikamente: keine
 aktuelle Medikation:.....
.....
.....

Erkrankungen der inneren Organe:

Herz-Kreislauf: KHK Hypertonie AP Herzinfarkt andere.....
.....

Lungen/Bronchien: Asthma COPD Lungenembolie andere.....
.....

Stoffwechsel/Hormone: Diabetes mell. Typ II. Hypercholesterinämie (Blutfetterhöhung)
 andere.....
.....

Maligne Erkrankungen:.....
.....
.....

Erkrankungen am Stütz- und Bewegungsapparat:

Arthrose: nein ja, welche(s) Gelenk(e).....
 seit wann.....

Gelenkprothesen: nein ja, welche(s) Gelenk(e).....
 seit wann.....

Wirbelsäulenbeschwerden: nein ja, welche.....

Andere: nein ja, welche.....

Operationen: nein ja, welche.....

Unfälle/Frakturen: nein ja, welche.....

2. Familienanamnese

Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei Eltern od. Kindern: nein ja, welche.....

Krebserkrankungen bei Eltern od. Kindern: nein ja, welche.....

3. Sportanamnese

Knie- und Hüftsportgruppe andere Präventionssportgruppen

Gegenwärtige Sportarten:

	seit wann	Einheiten/W.	Dauer/Einheit	Intensität	km/W.
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Körperliche Aktivität in Haushalt und Garten: nein ja, wie viele Stunden/W.:.....

Leistungssport im Kindesalter: nein ja, welchen.....
 s. Tab. Spalte 1.

Frühere Sportarten:

	wie viele Jahre	Einheiten/W.	Dauer/Einheit	Intensität	km/W.
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Seit wie vielen Jahren nutzen Sie das Angebot der Präventionssportgruppen?.....

Studie: Lipid- und Kohlenhydratstoffwechsel bei allen Teilnehmern der Hüft- und Kniesportgruppen und bei den anderen aktiven Präventionssportlern

Messergebnisse

Probandennummer.....

BMI: $\frac{\text{Körpergewicht [kg]}}{(\text{Körpergröße [m]})^2} =$

Bauchumfang [cm]:

waist-to-hip-ratio: $\frac{\text{Bauchumfang [cm]}}{\text{Hüftumfang [cm]}} =$

Hüftumfang [cm]:

Körperfettgehalt [%]:

Blutwerte:

Cholesterin [mg/dl]:

LDL [mg/dl]:

HDL [mg/dl]:

Triglyceride [mg/dl]:

Blutzucker [mg/dl]:

HbA1c [%]:



Eberhard-Karls-Universität
UKT
Universitätsklinikum Tübingen



Medizinische Klinik und Poliklinik
Abteilung Sportmedizin
Silcherstr. 5
72076 Tübingen
Prof. Dr. H. Ch. Heitkamp

Tel./Fax: 07071-29-80696/-5162
E-Mail: hans-christian.heitkamp@
med.uni-tuebingen.de

Information und Einwilligungserklärung zum Datenschutz

Studie: Lipid- und Kohlenhydratstoffwechsel nach mehrjähriger Teilnahme am Präventionssport und am Hüft- und Kniesport ohne Ausdauerkomponente

Bei wissenschaftlichen Studien werden persönliche Daten und medizinische Befunde über Sie erhoben. Die Weitergabe, Speicherung und Auswertung dieser studienbezogenen Daten erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor Teilnahme an der Studie folgende Einwilligung voraus:

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass die im Rahmen dieser Studie erhobenen Daten ohne Namensnennung auf Fragebögen und elektronischen Datenträgern aufgezeichnet werden.

Die Weitergabe der erhobenen Daten an Dritte, d. h. Personen, die mit der weiteren Bearbeitung, der Auswertung sowie die Veröffentlichung der Daten betraut sind, erfolgt ausschließlich in anonymisierter Form (d. h. ein Personenbezug kann anhand dieser Daten nicht hergestellt werden).

Wegen der Anonymisierung der Daten kann bei einem späteren Rücktritt von der Studie keine Löschung derselben mehr erfolgen. Die Daten werden in der Abteilung Sportmedizin in einem verschließbaren Raum in einem abgeschlossenen Schrank sowie in zugangsbeschränkten Computerfiles abgelegt. Zugangsberechtigt sind nur die unmittelbar mit der Studie beschäftigten Doktoranden und der Studienleiter.

Ort, Datum

Name

Unterschrift



Eberhard-Karls-Universität
UKT
Universitätsklinikum Tübingen



Medizinische Klinik und Poliklinik
Abteilung Sportmedizin
Silcherstr. 5
72076 Tübingen
Prof. Dr. H. Ch. Heitkamp

Tel./Fax: 07071-29-80696/-5162
E-Mail: hans-christian.heitkamp@
med.uni-tuebingen.de

Einwilligungserklärung zur Studienteilnahme

Studie: Lipid- und Kohlenhydratstoffwechsel nach mehrjähriger Teilnahme am Präventionssport und am Hüft- und Kniesport ohne Ausdauerkomponente

Hiermit erkläre ich, dass ich über die Ziele, den Ablauf, die Dauer und den Nutzen der Studienteilnahme schriftlich und mündlich aufgeklärt worden bin.

Die Teilnahmeinformationen habe ich gelesen und hatte ich die Möglichkeit, Fragen dazu zu stellen. Kopien des Informationsblattes und der Einwilligungserklärung habe ich erhalten.

Ich bin darüber informiert, dass die Teilnahme an der Untersuchung vollkommen freiwillig ist und ich das Einverständnis zur Teilnahme jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen kann. Dadurch würden keine Nachteile, auch nicht in der Behandlung in der Sportmedizin Tübingen, für mich entstehen.

Ort, Datum

Unterschrift Teilnehmer

Ort, Datum

Unterschrift Arzt



Medizinische Klinik und Poliklinik
Abteilung Sportmedizin
Silcherstr. 5
72076 Tübingen
Prof. Dr. H. Ch. Heitkamp

Tel./Fax: 07071-29-80696/-5162
E-Mail: hans-christian.heitkamp@
med.uni-tuebingen.de

INFORMATIONSBLATT

Studie: Lipid- und Kohlenhydratstoffwechsel nach mehrjähriger Teilnahme am Präventionssport und am Hüft- und Knie sport ohne Ausdauerkomponente

Lieber Studieninteressent,

Ausdauertraining wirkt sich nicht nur auf den Fett-, sondern auch auf den Kohlenhydratstoffwechsel günstig aus. Man kann sich sehr gut vorstellen, dass jegliche körperliche Aktivität zum Verbrauch von Kohlenhydraten beiträgt und damit den Kohlenhydratstoffwechsel günstig beeinflusst. Besonders Ausdauertraining gilt als optimal, weil es nicht nur zu einer Senkung des Nüchternblutzuckers, sondern auch zu einer verbesserten Glukosetoleranz beiträgt, das heißt bei einer kohlenhydratreichen Mahlzeit steigt der Blutzucker nicht mehr so stark an, wenn längere Zeit Ausdauertraining absolviert wurde. Wiederholt auftretende Blutzuckerspitzen führen zu einer Veränderung der körpereigenen Eiweiße; dies nennt man Glykolisierung.

Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel werden durch die familiäre Belastung, persönliche Vorerkrankungen, Operationen und Lebensweise, Sport, Nahrungs- und Genussmittel, sowie die Einnahme von Medikamenten unterschiedlich stark beeinflusst. Um diese Einflüsse zu erfassen, werden Sie gebeten, einen Fragebogen zu diesen Punkten zu beantworten.

Beide Stoffwechselbereiche lassen sich durch eine einfache Blutuntersuchung aus wenigen Tropfen Blut übersichtsmäßig erfassen. Hierzu werden aus dem Mikroblut aus dem Ohrläppchen Gesamtcholesterin, Triglyzeride, HDL- und LDL-Cholesterin, sowie für den Kohlenhydratstoffwechsel der Langzeitblutzucker HbA1c und der aktuelle Glukosewert bestimmt.

Zusammengefasst ergeben sich folgende Studienziele:

1. Hat eine mehrjährige Teilnahme am Präventionssport einen günstigen Einfluss auf den Lipid- und Kohlenhydratstoffwechsel?
2. Ist dagegen eine mehrjährige Teilnahme am Hüft- und Kniesport weitgehend ohne günstige Auswirkung auf den Lipid- und Kohlenhydratstoffwechsel?

Vor der Gewinnung des Blutes aus dem Ohrläppchen wird dasselbe mit einer hyperämisierenden Salbe (Finalgon) eingerieben. Hierbei handelt es sich um eine frei verkäufliche Salbe mit den Wirkstoffen Nonylvanillamid und Nikotinsäure-Beta-Butoxyethylester. Falls Sie gegen diese Wirkstoffe allergisch sind, wird die Salbe nicht aufgetragen. Falls Sie die Salbe an die Finger bekommen, müssen dieselben gereinigt werden, damit diese Wirkstoffe nicht an die Schleimhäute gebracht werden können. Die Salbe wird vom Untersucher wieder komplett entfernt und nach Punktion durch eine sterile Lanzette werden mehrere Tropfen Blut aus dem Ohrläppchen entnommen. In seltenen Fällen können örtlich begrenzte Hautreizungen bis zur Entzündung, mit Rötung, Schwellung und Schmerzen, vorkommen und komplikationslos wieder verschwinden. Sie ist der einzige denkbare ungünstige Effekt der Untersuchung.

Dem gegenüber stehen die für Sie persönlich günstigen Effekte: Sie erfahren sofort den aktuellen Stand Ihrer Blutfette, also Cholesterin, Triglyzeride, HDL- und LDL-Cholesterin, sowie den aktuellen Blutzucker und den Wert des Langzeitblutzuckers HbA1c. Der gesamte Zeitaufwand beträgt ca. 15-20 Minuten. Klären Sie bitte mit Ihrem Hausarzt, ob gegen Ihre Teilnahme an der Blutuntersuchung Bedenken bestehen. Es ist zu erwarten, dass etwa 300-400 Teilnehmer am Präventionssport bei dieser Untersuchung mitmachen.

Die Teilnahme an dieser Untersuchung ist freiwillig, und von der Teilnahme kann jederzeit zurückgetreten werden. Dadurch entstehen keinerlei Nachteile für die Teilnahme am Präventionssport, allerdings lassen sich bei einem späteren Rücktritt die Daten nicht eliminieren, da es sich um eine anonymisierte Studie handelt und wir nicht in der Lage sind, einzelne Messwerte bestimmten Personen zuzuordnen.

Durch Ihr Interesse an der Teilnahme an dieser Studie tragen Sie dazu bei, langfristige Effekte des Präventions- und Hüftsportes auf degenerative Gefäßerkrankungen zu belegen. Das zu erwartende Ergebnis kann zu einer besseren Akzeptanz der Präventionsbemühungen des Vorstandes der Präventionssportgruppen Tübingen führen. Denn wir gehen von der Annahme aus, dass regelmäßige Teilnahme am Präventionssport sich besonders günstig auf den Lipidstoffwechsel auswirkt und somit vor degenerativen Gefäßerkrankungen schützt. Besonders interessiert die Frage, ob die Teilnehmer am Hüft- und Kniesport, die naturgemäß weniger umfangreich Ausdauersport betreiben können, ungünstigere Lipidparameter aufweisen.