Medizinische Fakultät
der
Universität Duisburg-Essen

Klinik für Naturheilkunde und integrative Medizin
aus der Kliniken Essen-Mitte
Knappschafts-Krankenhaus

Effekte des Iyengar-Yoga auf Stressempfinden und autonome kardiale Funktion bei gesunden Frauen mit erhöhter Stressbelastung- eine randomisiert kontrollierte Studie

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
durch die Medizinische Fakultät
der Universität Duisburg-Essen

Vorgelegt von
Hilal Vardar-Wloka
aus Mülheim an der Ruhr
2018

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts bibliothek

Diese Dissertation wird über DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt und liegt auch als Print-Version vor.

DOI: 10.17185/duepublico/70256
URN: urn:nbn:de:hbz:464-20190715-082255-8

Alle Rechte vorbehalten.

Dekan: Herr Univ.-Prof. Dr. med. J. Buer

1. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. G. J. Dobos

2. Gutachter: Herr Priv.-Doz. Dr. med. M. von der Ohe

Tag der mündlichen Prüfung: 20. Mai 2019

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 1

1.1 Theoretische Grundlagen zu Yoga, Iyengar-Yoga, Stress und Herzfrequenzvariabilität 1

1.1.1 Theoretische Grundlagen zu Yoga 1

1.1.2 Theoretische Grundlagen zu Iyengar-Yoga 3

1.1.3 Theoretische Grundlagen zu Stress 4

1.1.4 Theoretische Grundlagen zur Herzfrequenzvariabilität 10

1.2 Stand der Wissenschaft zu Effekten von Iyengar-Yoga auf unterschiedliche Erkrankungen, auf Stress und auf die Herzfrequenzvariabilität 13

1.2.1 Stand der Wissenschaft zu Effekten von Iyengar-Yoga auf unterschiedliche Erkrankungen 13

1.2.2 Stand der Wissenschaft zu Effekten von Iyengar-Yoga auf Stress 18

1.2.3 Stand der Wissenschaft zur Herzfrequenzvariabilität 20

1.2.4 Stand der Wissenschaft zu Effekten von Iyengar-Yoga auf die Herzfrequenzvariabilität 21

1.3 Fragestellungen 25

1.4 Hypothesen 25

2. Material und Methoden 27

2.1 Studiendesign 27

2.2 Versuchspersonen 27

2.2.1 Einschlusskriterien 28

2.2.2 Ausschlusskriterien 28

2.3 Randomisierung 29

2.4 Auswertung 29
2.4.1 Bildung von Kennwerten 30
2.4.2 Deskriptive Statistik 30
2.4.3 Inferenzstatistik 30

2.5 Marker/ Indikatoren für psychologischen und physiologischen Stress 31
2.5.1 Cohen Perceived Stress Scale 31
2.5.2 Speichelcortisol-Konzentration 31
2.5.3 Herzfrequenzvariabilität 32
2.5.4 Laborstresstests 32
2.5.4.1 Eiswassertest/ Cold-Pressure-Test 32
2.5.4.2 Kopfrechenaufgaben-Test 33

2.6 Zielparameter und Messinstrumente 34
2.6.1 Primäre Zielparameter 34
2.6.2 Sekundäre Zielparameter 34

2.7 Experimentelle Variablen (Operationalisierung) 34

2.8 Experimentelles Design 35
2.8.1 Cohen Perceived Stress Scale,
Speichelcortisol-Konzentration, Eiswasserdauer 35
2.8.2 Blutdruck 35
2.8.3 Herzrate und RMSSD 36

2.9 Yogaintervention (Operationalisierung der unabhängigen Variablen) 37

2.10 Versuchsanordnung 39
2.10.1 Versuchsapparatur 39
2.10.2 Aufgabe der Versuchspersonen 40

2.11 Versuchsdurchführung 41
2.11.1 Rekrutierung der Probanden 41
2.11.2 Versuchsablauf 42
2.11.3 Aufgabe des Versuchsleiters 44
2.11.4 Instruktionen 45
2.11.5 Rahmenbedingungen 45
2.11.6 Kontrolle der Störvariablen 46

3. Ergebnisse 47

3.1 Stichprobenbeschreibung 48

3.2 Adhärenz und Compliance 49

3.3 Ergebnisse der primären und sekundären Zielparameter 50
3.3.1 Cohen Perceived Stress Scale Summenscore 50
3.3.2 Speichelcortisol-Konzentration 52
3.3.3 Eiswasserdauer 54
3.3.4 Herzrate 56
3.3.5 RMSSD 59
3.3.6 Systolischer Blutdruck 65
3.3.7 Diastolischer Blutdruck 69

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse 72

4. Diskussion 73

4.1 Cohen Perceived Stress Scale Summencore 73
4.1.1 Speichelcortisol-Konzentration 74
4.1.2 Eiswasserdauer 75
4.1.3 Herzrate 76
4.1.4 RMSSD 77

4.1.5 Systolischer Blutdruck 79
4.1.6 Diastolischer Blutdruck 81

4.2 Adhärenz und Compliance 82

4.3 Nebenwirkung und Therapiesicherheit von Iyengar-Yoga 83

4.4 Stärken und Limitationen dieser Studie 84
4.4.1 Stärken 84
4.4.2 Limitationen 84

4.5 Abschließende Diskussion 86

4.6 Schlussfolgerungen 93

5. Zusammenfassung 97

6. Literaturverzeichnis 98

7. Anhang 115

7.1 Abkürzungsverzeichnis 115

7.2 Abbildungsverzeichnis 116

7.3 Tabellenverzeichnis 117

8. Danksagung 118

9. Lebenslauf 119

1. Einleitung

1.1 Theoretische Grundlagen zu Yoga, Iyengar-Yoga, Stress und Herzfrequenzvariabilität

Ziel dieses Kapitels ist es, eine Einführung in die theoretischen Grundlagen zu Yoga, Iyengar-Yoga, Stress und Herzfrequenzvariabilität zu geben. Die verwendeten Definitionen werden dabei erläutert. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse der bisherigen Forschung zu Yogainterventionen dargestellt.

1.1.1 Theoretische Grundlagen zu Yoga

„Die Deutschen lieben Yoga. Für diese Begeisterung gibt es viele Gründe: Entspannung bei Stress, Therapie bei Schmerzen, Training für die Traumfigur und spirituelles Erleben“ (Sachse, 2004, S.115). So lautet die Überschrift eines Focus Artikels aus dem Jahre 2004.
Mehr als drei Millionen Deutsche betreiben demnach regelmäßig Yoga und ihre Zahl wächst beständig, was eine repräsentative Untersuchung im Jahre 2014 bestätigt.
Die indische Wissenschaft Yoga ist im Westen angekommen und sie scheint bei uns zum Volkssport aufzusteigen: Nahezu jedes Fitnessstudio bietet Yogaklassen an, in vielen Städten gibt es diverse Institute und Schulen, selbst Krankenkassen und Volkshochschulen bieten Yoga in ihren Programmen an. Demnach praktizierten 2015 geschätzte 15,7 Millionen Deutsche Yoga bzw. wollten damit beginnen (Cramer 2015). In der Trendwiege USA praktizierten 21 Millionen Erwachsene in den letzten 12 Monaten Yoga, insgesamt haben hier 31 Millionen Menschen jemals Yoga geübt. In der Mehrzahl sind es gebildete und berufstätige Großstädterinnen, die positive Effekte des Yogas in Form von körperlichen und mentalen Veränderungen für sich beanspruchen (Cramer et al. 2016).
Das Wort Yoga bedeutet im Sanskrit Vereinigung. Es stammt von der Sanskritwurzel yui =Binden, vereinen, fesseln, anjochen, die Aufmerksamkeit leiten und konzentrieren, gebrauchen, anwenden ab. Yoga bedeutet in der indischen Vorstellung sowohl den Weg zur Entdeckung der eigenen Seele, als auch das Eins werden damit. Wer diesem Pfad folgt ist ein Yogi oder Yogin. Yoga selbst wird in weitere acht Glieder oder Stufen eingeteilt: Allgemeine ethische Ordnung (Yama), Regeln individuellen Verhaltens (Niyama), Übung der Yogastellungen (Asana), Üben der Yoga-Atemlenkung (Pranayama), Zurückziehen der

Sinne von der Außenwelt (Pratyahara), Sammlung und Konzentration (Dharana), Meditation (Dhyana) und Erleuchtungserleben bzw. Überbewusstsein (Samadhi) (Mehta, Mehta & Mehta, 2001, S.8). Unser westliches Verständnis von Yoga beginnt auf der Stufe der Körperstellungen, der Yoga Atemlenkung und der Meditation. „Asanas sind ein unverzichtbares Yogaelement. Sie sind keine Gymnastik, sondern Hintergrund psychologischer und physiologischer Prozesse“ (Mehta et al., 2001, S. 12). Aus der Sicht der indischen Tradition beeinflussen und durchdringen korrekt ausgeführte Asanas jede Zelle und jedes Gewebe. „(...) Kraft wird durch verschiedene Praktiken erweckt, die Energiebahnen und -Zentren im Körper reinigen“ (Mehta et al., 2001, S. 165). Detailliertes Ausarbeiten der Körperstellungen beansprucht dabei den gesamten Muskel- und Gelenkapparat. Demnach ist Präzision bei der Übungsausführung entscheidend, wozu exaktes Strecken, Gegenstrecken und Widerstände nötig sind. So werden Haut, Gewebe und Muskeln mit ihren Faszien nach dem Skelett ausgerichtet. Die vielen unterschiedlichen Körperhaltungen verbinden sich zu einem Übungssystem, das demnach den Körper kräftigt, die Organfunktion optimiert und geistig wach hält.

Die Yoga Tradition lehrt, dass die Asanas und deren Abfolgen verschiedenartig wirken können: stimulierend, beruhigend, Energie spendend, kräftigend, Konzentration fördernd, innerlich besänftigend usw. Es wird angenommen, das Stehhaltungen vitalisierend, Sitzhaltungen beruhigend, Drehübungen reinigend, Übungen in Rückenlage Ruhe spendend und in Bauchlage frische Energie bringend sind. Umkehrhaltungen geben demnach mentale Kraft, Balanceübungen ein Gefühl der Leichtigkeit, Rückwärtsbeugen heben die Stimmung und dynamisches Üben fördere die Wendigkeit. Diese Nebeneffekte sind demzufolge der Lohn für die richtige Ausführung der Asanas. Ein erfahrener Yogi macht sich genau diese Wirkungen der Haltungen zunutze. Unabhängig von Alter, Gesundheit, Lebensumständen und Religion kann jeder Yoga zu allen Tageszeiten praktizieren. „Yogaübungen lindern viele der häufigsten Körperbeschwerden, chronische Leiden eingeschlossen. Sie nehmen Einfluss auf die Gelenke, Leber, Nieren und Herz. Das Bewegen und Strecken in diversen Stellungen sowie die umgekehrte Positionierung der inneren Organe verbessern die Körperfunktion. Der Körper wird mit sauerstoffreichem Blut gefüllt, entschlackt und zur Ruhe gebracht. Herz und Lungen, Muskeltonus, Durchblutung, Atmung und die allgemeine Widerstandskraft profitieren davon. Auf diesen Prinzipien basiert die therapeutische Seite des Yoga“ (Mehta et al., 2001, S. 12).

Die unterschiedlichen Yoga Richtungen, wie zum Beispiel Ashtanga, Bikram, Iyengar, Kundalini und Vini unterscheiden sich in ihrer Ausführung stark voneinander. Jede

Richtung folgt mehr oder weniger dem klassischen Leitfaden des Yoga, dem Yogasutra, das einst von dem indischen Gelehrten Patanjali als zentraler Ursprungstext verfasst wurde.

1.1.2 Theoretische Grundlagen zu Iyengar-Yoga

B. K. S. Iyengar ist weltweit einer der wichtigsten Botschafter des Yoga und hat sein Leben dessen Lehre gewidmet. Er hat dem Westen Yoga nahe gebracht. 1936, im Alter von 18 Jahren, begann er mit seiner Lehrtätigkeit bis er 2014 im Alter von 96 Jahren verstorben ist. Sein Yogastil gilt als eine methodische und didaktische Weiterentwicklung des Hatha-Yoga und veränderte mit seinem weltweit bekannten Übungssystem die Asana- und Pranayamapraxis.

B. K. S. Iyengar systematisierte über zweihundert Asana-Techniken, denn er war überzeugt davon ihre zugrunde liegenden anatomischen Prinzipien entdeckt zu haben. „Asanas sind keine rein gymnastischen Übungen“ (Iyengar, 2017, S. 34). Er zeigte, wie man die Körperteile bei den Übungen korrekt positioniert, damit jeder einzelne Bereich sowie die verschiedenen physiologischen Systeme ihr Funktionspotential aus seiner Sicht voll ausschöpfen, dabei „(...) entwickeln sich die Beweglichkeit, Ausgeglichenheit, Ausdauer und große Vitalität“ (Iyengar, 2017, S. 34). Gleichzeitig wurden von ihm Methoden der Übungsabwandlung entwickelt, um den größtmöglichen Nutzen auch für Menschen mit körperlichen Behinderungen zu erreichen. Seine Methode und die dreijährige Ausbildung zum zertifizierten Iyengar Yogalehrer unterliegen genauen und strengen Kriterien. Folgende Aspekte kennzeichnen seine Lehre: Höchste Präzision in der körperlichen Ausrichtung der Asanas unter dem Einsatz von Hilfsmitteln, sogenannten “Props“, wie rutschfeste Matten, Gurte, Klötze, Stühle, Rückenbänke oder Kissen. Diese dienen dazu, auch schwierige Asanas einzunehmen bzw. ihre Wirkung zu steigern. Menschen mit körperlichen Behinderungen wird dadurch erst ermöglicht, ihre Probleme in der Ausführung zu umgehen. Die Asanas werden eine bestimmte Zeit, zu Beginn 30 Sekunden bis zu einer Minute eingenommen, um aus der Sicht B.K.S. Iyengars ihre gleichzeitig dehnende, kräftigende und psychomentale Wirkung entfalten zu können. Währenddessen wird keine spezielle Atemtechnik angewandt, außer den Atem nicht anzuhalten, sondern ruhig durch die Nase zu atmen. Aufeinander abgestimmte Sequenzen passen sich den äußeren Umständen, wie der Tageszeit und den inneren Bedürfnissen, wie körperlichen und seelischen Zuständen der Übenden an. Eine Unterrichtseinheit dauert 1,5

Stunden, in deren letzten 15 Minuten eine Entspannungshaltung meist im Liegen eingenommen wird. Die Atemlenkung Pranayama wird eigens für sich und unabhängig von den Asanas geübt. Befolgt wird dabei „(...) die rhythmische Vorlage eines reinen, langen und tiefen Atmens. Diese Rhythmen stärken das Atemsystem, besänftigen die Nerven und verringern die Begierde“ (Iyengar, 2017, S.37). Er rät dazu Pranayama erst mit erfahrenen Yogis in der späteren Phase ihrer Yogapraxis zu üben, weil bei ungenauer Übung Atembeschwerden entstehen können und das Nervensystem geschädigt werden kann (Iyengar, 2017, S. 36). Mit dieser durchgreifenden Arbeit am Körper und Geist erklärt seine Lehre sich die heilende Wirkung dieses Yogastils, demnach ein flexibler Körper mit harmonisch entwickelter Muskelkraft die Voraussetzung für Gesundheit und Wohlbefinden ist. „Es ist ein Zustand des vollkommenen Gleichgewichtes von Körper, Gedanken und Geist“ (Iyengar, 2017, S.35). Die Asanas haben des Weiteren Anmut und Grazie, ihre kunstvolle Darbietung wurde von ihm propagiert und perfektioniert. Durch diese ästhetischen Aspekte schuf er einen visuellen Anreiz und ermunterte so Tausende, sich aktiv mit Yoga zu beschäftigen.

1.1.3 Theoretische Grundlagen zu Stress

Betrachtet man seine Umwelt aufmerksam, sind sehr viele Menschen “gestresst“, wenn nicht sogar im Dauerstress. Wir alle kennen das Gefühl des “unter Strom stehen“, doch was genau ist Stress?

Bei der Stressreaktion handelt es sich um eine Antwort des Organismus im psychologischen als auch im physiologischen Geschehen auf innere und äußere Anforderungen. Während ein gewisses, “gesundes“ Maß an Stress (Eustress) Vorteile für das Individuum bringt, um seine Leistungsziele zu erreichen, führt ein unkontrollierter Dauerstress (Disstress) zu negativen gesundheitlichen Folgen. Die Anforderungen werden zu Stressoren (Dorsch 2009). Als Beispiele für Stressoren unserer heutigen Zeit sind hier ständige Erreichbarkeit, Verdichtung von Arbeitsabläufen, erhöhte Mobilität und die Beschleunigung von Prozessabläufen zu nennen und den damit verbundenen erhöhten Lärmbelastungen und Schlafentzug (F.A.Z. 2009).

Unabhängig von der Einwirkzeit der Stressoren ist in der Mehrzahl der Fälle der Stresszustand durch eine anhaltende Sympathikus Erregung, einen erhöhten Sympathikotonus gekennzeichnet, wobei es zu unterschiedlichen Anpassungsvorgängen

bei kurzfristiger und lang andauernder Stresseinwirkung kommt (Schandry, 1998, S. 74 ff.). Nach Jahnke (1974) werden Stressoren in fünf Gruppen klassifiziert:

- Äußere Stressoren, z. B. Lärm, sensorische Deprivation, Gefahrensituationen.
- Behinderung bei der Befriedigung von primären Bedürfnissen, wie Schlaf und Nahrungsaufnahme.
- Leistungsstressoren, z. B. Überforderung durch Zeitdruck oder Unterforderung durch monotone Arbeit.
- Soziale Stressoren, z. B. durch soziale Isolation, interpersonelle Probleme.
- Konflikte, z. B. Entscheidungszwang, Ungewissheit über Erfolg oder Misserfolg von Bewältigungsversuchen.

Wichtig ist „(...) das unterschiedliche Erleben derselben Situation durch unterschiedliche Individuen“ (Schandry, 1998, S.75). Lerngeschichtliche und persönlichkeitsbedingte Faktoren spielen hier eine wesentliche Rolle. „Die Wirkung von Stressreizen auf das Nervensystem und Hormone hängt mehr von subjektiv-psychologischen als objektiv-physikalischen Bedingungen ab, besonders von der Verfügbarkeit von Bewältigungsverhalten“ (Birbaumer & Schmidt, 2006, S.149). Stresssituationen und deren Verläufe hängen sehr stark von den Bewältigungsversuchen des Individuums ab, dabei spielt für einen positiven Ausgang die Kontrollierbarkeit dieser Situation eine große Rolle und stellt somit eine dynamische Reaktion dar.

Ein allgemein anerkanntes Stresskonzept wurde von Selye begründet, der in den fünfziger und sechziger Jahren umfangreiche tierexperimentelle Untersuchungen durchführte. Dabei entdeckte er „(...) ein relativ gleichförmiges Muster physiologischer Reaktionen auf Stressoren.“ Diese interpretierte er als „(…) Ausdruck der unspezifischen Reizantwort des Organismus“ (Bösel, 1978, S. 37). Die Gesamtheit dieser Reaktionen bezeichnete Selye als allgemeines Adaptationssyndrom und den durch sie charakterisierten Zustand als Stress.

D. h., dass es ein typisches Reaktionsmuster für unterschiedliche Formen von Stressoren gibt, die nicht spezifisch für einen Stressortyp sind. Dabei betonte Selye „(...) dass die subjektiv erlebte Belastung darüber entscheidet, ob eine dauerhafte Störung der Körperhomöostasen und Krankheit oder Adaption eintritt“ (Birbaumer & Schmidt 2006, S.150). Das allgemeine Adaptationssyndrom wird nach Selye in drei Phasen eingeteilt (Selye, 1953, S. 15 ff.). Diese Phasen werden wie folgt beschrieben (Schandry, 1998, S. 76):

1. Alarmreaktion

   Sympathikus Erregung. Erhöhte Konzentration von Noradrenalin, Adrenalin, ACTH und Kortikosteroiden im Blut.

2. Widerstandsphase

   Erhöhung des Zuckerstoffwechsels. Steigerung der Empfindlichkeit der Gefäßmuskulatur für Adrenalin und Noradrenalin. Dämpfung von Schilddrüsen- und Sexualfunktionen.

3. Erschöpfungsphase

   Zusammenbruch der Reproduktions- ,Wachstumsfunktionen und der Infektionsabwehr. Nur noch kurzzeitige Energiemobilisierung möglich. Vergrößerung der Nebennieren, Schrumpfung der Thymus- und Lymphdrüse.

Da die Erschöpfungsphase mit Entleerung der Hormone aus ihren Speichern und Veränderungen an den Rezeptoren heutzutage selten und nur unter extremen Bedingungen, wie zum Beispiel in Tierexperimenten stattfindet, wird heute eher in Kurzzeit- und Langzeitfolgen von Belastung unterschieden. „Pathophysiologische Konsequenzen treten nur auf, wenn die Stressreaktion zu lange (chronische Stressoren), zu häufig oder ohne physiologische Notwendigkeit (z. B. ohne Fluchtmöglichkeit) wie bei psychologisch-sozialen Stressoren auftritt“ (Birbaumer & Schmidt 2006, S.150).

Physiologisch reagiert der Körper auf Stress über zwei dominante Wege. Innerhalb von Sekunden über die Hypothalamus- Nebennierenachse (Sympatho-adrenomedulläres System) und innerhalb von Minuten über die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinde- Achse (Hypothalamo-Hypophyseo-adrenokortikales System) (Schandry, 1998, S. 77 ff). Beide Reaktionsabläufe werden in Abbildung 1.1 dargestellt.

Das Sympatho-adrenomedulläre System setzt sich wie folgt zusammen: Die Nebennieren (Glandula Suprarenalis) sind paarige endokrine Drüsen mit einem Gesamtgewicht von 8-10 g, die dem oberen Pol der Nieren aufliegen. Morphologisch und funktionell unterscheidet man einen Rinden- und einen Markbereich. Das Nebennierenmark sezerniert die Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin in einem Verhältnis von 4:1. Da Noradrenalin auch an den sympathischen Nervenendungen ausgeschüttet wird, liegt es im Blutstrom in höherer Konzentration als Adrenalin vor (Schandry, 1998, S. 77).

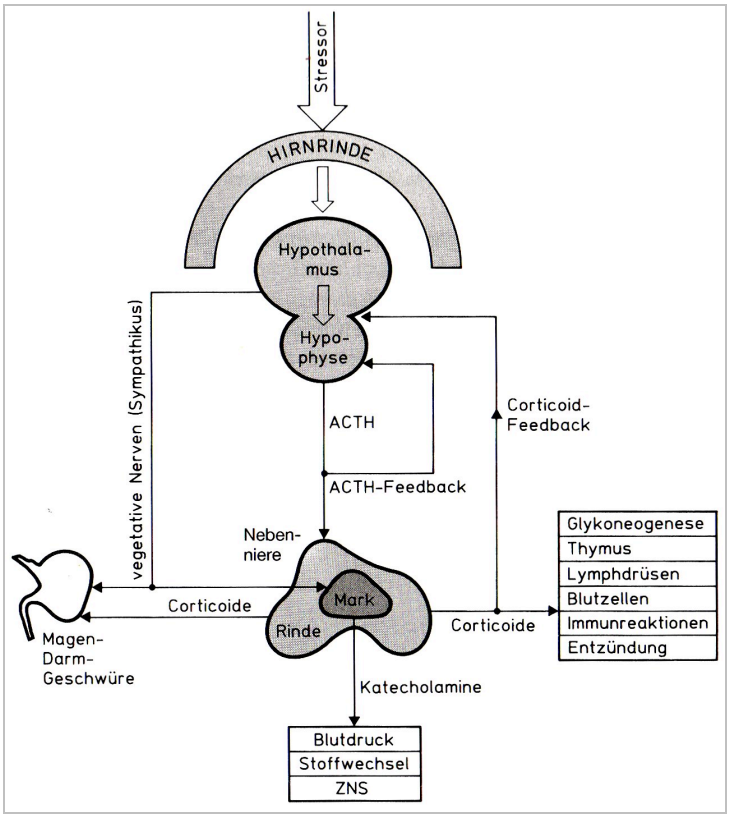


Abbildung 1.1: Neuroendokrine Mechanismen bei der Stressreaktion.
Rechts: Hypothalamus- Hypophysen- Nebennierenrinden- System. Links: Hypothalamus-Nebennierenrinden-System. Aus Schandry, 1998, S. 78.

Die Aktivität und somit die Sekretion des Nebennierenmarkes wird nerval über Sympathikusfasern angeregt. In der nachfolgenden Tabelle 1.1 sind die Effekte von Adrenalin und Noradrenalin aufgelistet (Psyrembel 2014).

Adrenalin	• Zunahme von Herzfrequenz, Herzminutenvolumen und systolischem Blutdruck. • Abnahme der Darmperistaltik und der Verdauungsfunktion. • Erschlaffung der Bronchialmuskulatur ⇒ Erweiterung der Bronchen ⇒ Zunahme der Atemtiefe. • Pupillenerweiterung.

Adrenalin (Fortsetzung)	• Grundumsatzsteigerung durch erhöhten Sauerstoffverbrauch. • Bereitstellung von Stoffwechselenergie: Hyperglykämie und Glukosurie durch Mobilisierung der Glykogenreserven und Abbau des Muskelglykogens, Steigerung der Lipolyse ⇒ Zunahme an freien Fettsäuren im Blut.
Noradrenalin	• Blutdrucksteigerung durch Vasokonstriktion, auch auf Ebene der Koronargefäße am Herzen. • Zunahme der Atemtiefe wie bei Adrenalin. • Abnahme der Darmperistaltik und der Verdauungsfunktion.

Tabelle 1.1: Physiologische Reaktion des Körpers auf die Hormone Adrenalin und Noradrenalin (Psyrembel 2014).

In der Nebennierenrinde werden die Kortikosteroide produziert. Diese werden nach ihren Hauptwirkungen in drei Gruppen unterteilt: Mineralokortikoide (z. B. Aldosteron), Glukokortikoide (z. B. Cortisol) und Sexualhormone (z. B. Androgene) (Psyrembel 2014). Die Funktion des Hypothalamus- Hypophysen- Nebennierenrindensystem sieht folgendermaßen aus: Aus den medial-basal liegenden Zellgruppen des Hypothalamus wird ein sogenanntes Releasing-Hormon namens Cortikotropin releasing hormone (CRH) freigesetzt, welches über Gefäßverbindungen zum Hypophysenvorderlappen transportiert wird. Als Reaktion sezerniert diese das Adrenokortikotrope Hormon (ACTH). Stress führt zum raschen Anstieg des ACTH, das auf die Nebennierenrinde wirkt und dort die Synthese und Ausschüttung von Kortikosteroiden fördert. In Bezug auf das Stressgeschehen haben die Glukokortikoide und davon speziell das Cortisol Bedeutung. Cortisol sichert die Energiebereitstellung durch Erhöhung des Blutzuckers durch Anregung der Zuckerbildung auf unterschiedlichen Wegen. Ein weiterer Einfluss ist die Entzündungshemmung, lokal als auch im ganzen Körper und die Hemmung der Antikörperbildung (Immunsuppression).

Durch Feedbackmechanismen wirken die ausgeschütteten Kortikoide hemmend auf die weitere ACTH Ausschüttung in der Hypophyse (Schandry, 1998, S. 78).

Das Reaktionsmuster der Alarmreaktion des allgemeinen Adaptationssyndroms ist vergleichbar mit der Verteidigungsreaktion nach Sokolov (Birbaumer 1977). Diese Reaktion ist für den Menschen evolutionsgeschichtlich betrachtet sinnvoll: Auf eine Bedrohung, z. B. durch ein Raubtier muss der Körper schnell mit Kampf oder Flucht reagieren können. Kurzfristig mobilisiert er also sämtliche Reserven, um überleben zu können. Allerdings haben diese angemessenen Schutzmechanismen in der heutigen Welt einen geringen Stellenwert. Diese Reaktionen werden nur unter extremen Ereignissen, wie z. B. bei Unfällen erreicht. Denken wir zurück an die fünf klassifizierten Stressorengruppen nach Jahnke (1974) (s. Seite 5), so stehen viele Menschen unter latentem Stress. Sie können weder mit Angriff oder Flucht reagieren, noch gibt es genügend lange Erholungsphasen.

„Bei Bestehenbleiben der Belastung (...) bleiben einige der hormonellen und autonomen Reaktionen erhöht, auch in Zwischen- und Ruhezeiten, Immunsuppression (reduzierte T-Lymphozyten-Zellaktivität) und eine Reihe anderer- oft durch Kortikosteroidaktivität verursachte Organschäden treten auf (...)“ (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 151). So geht der Kurzzeitstress in den Langzeitstress über, der individuell unterschiedlich lang sein kann und unterschiedlich toleriert wird, um dann schließlich, wenn es keine Erholungsphasen gibt und der Mensch unter chronischem Dauerstress steht “zusammen zu brechen.“ „Andauernder Stress stößt somit die Stoffwechselprozesse immer wieder neu an, was langfristig den Organismus gefährdet und zu gesundheitlichen Schäden führen kann“ (Satzer, 2002, S. 17). Tierexperimente zeigen, dass sowohl körperlicher als auch psychischer Stress als Auslöser für pathologische Organveränderungen bzw. Funktionsstörungen wirken kann. Hilflosigkeit, Kontrollverlust und ein Mangel an Bewältigungsmechanismen sowohl im Privaten als auch in der Arbeitswelt gehören zu den psychischen Bedingungen, die besonders pathogen sind und im deutlichen Zusammenhang zu psychosomatischen Erkrankungen stehen (Schandry, 1998, S. 79 ff).

Stress ist zu einer Zivilisationskrankheit geworden. An der Pathogenese von Bluthochdruck, koronarer Herzkrankheit und einer dadurch bedingten Steigerung der kardiovaskulären Mortalität ist Disstress beteiligt (Rosengren et al. 2004; Rozanski et al. 2005). Häufig ist er auch mit einer Vielzahl körperlicher Beschwerden, wie Rückenschmerzen durch Verstärkung des Muskeltonus und Verdauungsstörungen verbunden und trägt vermutlich so zum Ausbruch verschiedener Krankheiten durch

Schwächung des Immunsystems bei (Esch 2002). Das wären die offensichtlichen Kosten im Gesundheitssystem, deren Gesamtheit schwer zu beziffern ist. Fehlen am Arbeitsplatz, Unfälle, Suizid und Todesfälle erweitern das Feld. Wichtig sind nicht nur die offensichtlichen Kosten, sondern auch die Verborgenen, wie das Scheitern zwischenmenschlicher Beziehungen, Fehlbeurteilungen im Beruf, verminderte Produktivität, Kreativitätsarmut und nicht zuletzt Verschlechterung der Gesundheit und dem Wohlbefinden vor dem Manifestieren von Krankheiten.

1.1.4 Theoretische Grundlagen zur Herzfrequenzvariabilität

„Das kardiovaskuläre System zeigt ausgeprägte Reaktionen im Zusammenhang mit vielen psychologischen Prozessen. Dazu gehören u. a. Aktivierung, Emotionen, Stress, Habituation, Aufmerksamkeit. Diese Reaktionsbereitschaft sowie die selektive Ansprechbarkeit dieses Systems machen das (...) Interesse an der kardiovaskulären Psychophysiologie verständlich“ (Schandry, 1998, S. 122).

Das Herz arbeitet unabhängig von zentralnervöser Erregung durch sein eigenes Erregungsleitungssystem (Automatie). Die Regulierung durch den primären Schrittmacher, dem Sinusknoten unterliegt der Aktivität des autonomen Nervensystems. Die Entladungsfrequenz des Sinusknotens wird wiederum durch die neuronale Aktivität von Sympathikus und Parasympathikus (Vagus) sowie durch die zirkulierenden Katecholamine und Acetylcholin bestimmt (Levy et al. 1966). Bei Ruhe und schwacher Belastung unterliegt das Herz weitgehend der Vagussteuerung. Unter stärkerer Belastung nimmt die Sympathikusaktivität zu und der Vagustonus wird gedämpft.

Allerdings ist die aktuelle Herzfrequenz nicht nur die Summe einer Überlagerung von Sympathikus und Parasympathikus, sondern vielmehr das Resultat einer komplexen Interaktion beider Komponenten. So ist zum Beispiel das Ausmaß einer Herzfrequenzsteigerung durch Aktivierung des Sympathikus bei hoher vagaler Aktivität geringer als bei niedriger (Levy & Zieske 1969). Alle Informationen über die Homöostase des gesamten Körpers werden über das autonome Nervensystem auch auf das Herz projiziert, Herzfrequenzänderungen werden somit stets von der Gesamtaktivität des Körpers beeinflusst. Bei körperlicher oder psychischer Belastung steigt im allgemeinen die Aktivität des Sympathikus an, die des Vagus nimmt ab. Zentralnervöse Kontrollmechanismen wirken somit modulierend auf die Erregungsprozesse im Herzen

ein, „(...) die automatisch ablaufende Herztätigkeit wird über die Herznerven den äußeren Bedingungen angepasst“ (Schandry, 1998, S. 127). Absteigende Verbindungen, insbesondere vom limbischen Kortex werden für diese Reaktionen verantwortlich gemacht (Schandry, 1998, S. 127 ff.).

Zur Erfassung der Herzfrequenz wird in dieser Studie die geeignete EKG-Aufzeichnung eingesetzt. Dabei markiert die R-Zacke im EKG üblicherweise einen Herzschlag, wodurch die Auszählung der Herzfrequenz oder das Ausmessen der Zeit zwischen zwei Herzschlägen möglich ist. Die Zeit zwischen zwei R-Zacken wird als RR-Intervall bezeichnet. Die RR-Intervalle, sprich die Herzfrequenz, schwankt von Schlag zu Schlag. Diese Eigenschaft des Herzrhythmus, beim Gesunden auch in Ruhe spontane Veränderungen des zeitlichen Abstandes zwischen zwei Herzschlägen aufzuweisen, wird als Herzfrequenzvariabilität (engl. Heart rate varibility= HRV) bezeichnet und stellt eine Messgröße der neurovegetativen Aktivität bzw. der autonomen Funktion des Herzens dar (Niebauer, 2015, S. 92).

Auf die Herzfrequenz und somit auf die Herzfrequenzvariabilität haben die gleichen Faktoren Einfluss. Die Herzfrequenzvariabilität wird nicht nur vom Trainingszustand und dem Geschlecht bestimmt, sie nimmt z. B. im Alter ab (Agelink et al. 2001). Vielfältige Bedingungen, wie Körperlage Temperatur, Vigilanz, Erkrankungen, Stress und Rauchen, können einen weiteren Einfluss auf sie haben (Psychrembel 2014). In Langzeit EKG-Aufnahmen konnte gezeigt werden, dass die Herzfrequenz eine zirkadiane Variabilität mit Minima zwischen 9.00-13.00 Uhr und Maxima zwischen 1.00-5.00 Uhr nachts aufweist (Esperer 2004). Beim Gesunden schwanken die Herzfrequenzwerte in Abhängigkeit von der Atmung um mehr als 15 Schläge pro Minute, Werte unter 10 Schläge pro Minute werden als pathologisch angesehen (Niebauer, 2015, S. 93). Die Messung der Herzfrequenzvariabilität stellt eine einfache, nicht invasive Methode dar, um die autonome Modulation der Herzfrequenz zu erfassen. Es bieten sich zeitbasierte und frequenzbasierte Parameter zur Erhebung an.

Zur Analyse der Herzfrequenzvariabilität wird in dieser Studie der gängige zeitbasierte Parameter ROOT MEAN SQUARE OF SUCCESSIVE DIFFERENCES (RMSSD) im RR-Interval eingesetzt. Die RR-Intervalle der Herzaktionen werden hier über die Zeit der Untersuchungsprotokolle gemessen und daraus Mittelwerte, Standardabweichungen und weitere Parameter gewonnen. Der RMSSD, mit seiner Einheit in ms drückt aus, wie stark sich die Herzfrequenz von einem Herzschlag zum nächsten ändert und stellt einen Indikator für die Aktivität des parasympathischen Nervensystems dar (Loellgen 2018). Er

ist definiert durch die Quadratwurzel des quadrierten Mittelwertes der Summe aller Differenzen sukzessiver RR-Intervalle und das Ergebnis aus der Wurzel des MQSD (RMSSD=$\sqrt{MQSD}$).

Der MQSD (mittlere Quadrat sukzessiver Differenzen) ist ein Kennwert, der speziell auf die Unterschiede zwischen aufeinanderfolgenden RR-Intervallen eingeht und schnelle Veränderungen berücksichtigt, er berechnet sich nach folgender Formel:

$$MQSD = \sum_{i=1}^{N-1} \frac{(X_{i+1} - X_i)^2}{N-1}$$

X_i = Dauer des i-ten RR Intervalls

N = Anzahl der Herzschläge

Die Bildung des Kennwertes wurde durch das Gerät SUEmpathy 100 der Firma Suess Medizin-Technik vorgenommen. Der Index kann verwendet werden, um sowohl die Erholung von körperlicher als auch kognitiver Belastung zu bestimmen. Hohe Indexwerte sind mit einer gestiegenen Aktivität des parasympathischen Systems verbunden, niedrige Indexwerte mit einer niedrigen Aktivität dessen. „Es kann davon ausgegangen werden, dass z. B. unter Aufmerksamkeit fordernden Aktivierungsbedingungen die Variabilität (mit dem Anstieg der Herzrate) zurückgeht, was eine Folge präziserer zentralnervöser Herzfrequenzsteuerung bei Anspannung sein mag“ (Schandry, 1998, S.143).

Neben dem RMSSD gibt es weitere Zeitbereichsparameter, wie dem SDNN und pNN50, die unterschiedliches ausdrücken. Der SDNN entspricht der Standardabweichung aller RR-Intervalle einer Messung und wird als Gesamtvariabilität oder total power bezeichnet.

Höhere Werte des Parameter pNN50 weisen auf vermehrte parasympathische Aktivität hin und entsprechen dem Prozentsatz aufeinanderfolgender RR-Intervalle mit mindestens 50 ms Zeitunterschied (Loellgen 2018).

Zur Vervollständigung sollen die frequenzbasierten Parameter erwähnt werden, die mittels spektralanalytische Messverfahren erhoben werden und ebenfalls der Beurteilung der Herzfrequenzvariabilität dienen. Mittels Spektralanalyse lässt sich im Herzfrequenzverlauf diese weiter in Frequenzbänder mit deren Dichteverteilungen und Amplituden einteilen. Drei Frequenzbänder sind dabei von Interesse. Der sogenannte Niedrigfrequenzbereich

(engl. Low Frequency= LF) wird der Aktivität des Sympathikus zugeordnet, der Hochfrequenzbereich (engl. High Frequency= HF) dem Vagus. Der Quotient LF/HF wird als Parameter für das sympatho-vagale Gleichgewicht bzw. als Kenngröße für die sympathische Aktivität angesehen (Skyschally 1994).
Befunde zeigen, dass durch verschiedene kognitive und/ oder somatische Entspannungstechniken eine Verschiebung der autonomen Lage zugunsten des parasympathischen Einflusses bewirkt werden kann, was sich meist an einer Verschiebung im Frequenzspektrum der Herzfrequenzvariabilität vom LF-Bereich zum HF-Bereich manifestiert. Bei Übungen, die vornehmlich auf eine ruhige Atmung fokussieren, sind primär Zunahmen im gemischt sympathisch-parasympathisch moduliertem LF-Bereich der Herzfrequenzvariabilität nachzuweisen, die im Sinne einer parasympathisch gesteuerten Baroreflexverstärkung interpretiert werden können (Vestweber & Hottenrott 2002; Hoos et al. 2004; Vaschillo et al. 2006).

1.2 Stand der Wissenschaft zu Effekten von Yoga auf unterschiedliche Erkrankungen, auf Stress und auf die Herzfrequenzvariabilität

Ziel dieses Kapitels ist es, einen allgemeinen Überblick über den bisherigen Erkenntnisstand über die Effekte von Yoga und im Besonderen von Iyengar-Yoga auf unterschiedliche Zielparameter zu geben. Anschließend wird ein Einblick in die bisherige Forschung zu Yoga und Iyengar-Yogainterventionen auf die Zielparameter Stress und Herzfrequenzvariabilität gegeben. Schließlich wird daraus das Ziel dieser Studie abgeleitet.

1.2.1 Stand der Wissenschaft zu Effekten von Yoga auf unterschiedliche Erkrankungen

Rückenschmerzen sind in der Bundesrepublik Deutschland der häufigste Grund für Krankschreibungen. Die durch Stress induzierte Muskelspannung kann zu Verspannungen und Schmerzen führen, die wiederum einen erhöhten Muskeltonus mit Schmerzen nach sich ziehen können (F.A.Z. 2009). Rücken- und Nackenschmerzen gehören zu den Volkskrankheiten und sind einer der Hauptgründe, um komplementärmedizinische Maßnahmen in Anspruch zu nehmen. Die Nationale Versorgungsleitlinie rät bei nicht-spezifischen Kreuzschmerzen zu der Beibehaltung bzw. Wiederaufnahme einer

angemessenen körperlichen Aktivität. Diese wird in den meisten Fällen mit Hilfe einer medikamentösen Begleittherapie unterstützt. Hier kommen zu Beginn NSAID und in akuten als auch in chronischen Fällen ebenso Opioide neben anderen Medikamenten zum Einsatz (Nationale Versorgungsleitlinie 2017). Die damit oftmals verbundene Krankschreibung, dessen wirtschaftlicher Faktor nicht außer Acht zu lassen ist, sollte mitbedacht werden.

Nach einer Befragung von 487 Iyengar Yogalehrer im August 2015 in den USA nach den Beweggründen ihrer Schüler Yoga zu praktizieren, antwortete der Großteil (85.6%), dass muskuloskelettale Schmerzen und Schmerzen durch Verletzungen die häufigsten (62.8%) Gründe sind, weshalb ihre Schüler Yoga praktizieren (Ross et al. 2016).

Das Casey Health Institute für ganzheitliche Medizin in den USA proklamiert Yoga als Therapie und bietet es als solche an. Am häufigsten wird Yoga bei muskuloskelettalen Schmerzen, Bluthochdruck, Kopfschmerzen, Angst, Depression und Schlafstörungen empfohlen (Ross 2015). Aufgrund der Evidenz, dass Yoga Schmerzen bei Erwachsenen lindern kann, empfiehlt die Pädiatrie in UCLA Yoga für junge Menschen mit chronischen Schmerzen (Evans et al. 2014).

Bei unspezifischen chronischen Rückenschmerzen kann Iyengar-Yoga vorteilhafter gegenüber gewöhnlichen Übungen sein. Durch beide Interventionsarten reduzieren sich die Schmerzen. Gemessen auf der Visuellen Analogskala (VAS) verringerte sich der Schmerz in der Yogagruppe deutlicher und zwar um 72.81%, während er in der Vergleichsgruppe lediglich um 42.50% abnahm (Nambi et al. 2014). Zudem steigert Yoga die Flexibilität im unteren Rücken und in den Beinbeugemuskeln. Einmal pro Woche ausgeführte Übungen reichen aus, um signifikante Verbesserungen im Sit and Reach Test zu erreichen (Amin & Goodman 2014).

Ein Review mit Metaanalyse legt den empirischen Nachweis der Wirksamkeit von Yoga bei Schmerzen im unteren Rücken dar. Eingeschlossen wurden 10 randomisierte kontrollierte Studien mit n=967 Probanden mit dem Ergebnis, dass Yoga einen starken Kurzzeit- (SMD= -0.48; 95% Cl, -0.65 auf -0.31; $p<0.01$), als auch einen Langzeiteffekt (SMD= -0.33; 95% Cl, -0.59 auf -0.07; $p=0.01$) auf die Reduktion der Schmerzen hat. Als weiterer Kurzzeiteffekt nahm die Beeinträchtigung durch die Rückenschmerzen (SMD= -0.59; 95% Cl, -0.87 auf -0.30; $p<0.01$) unter Verbesserung des allgemeinen Zustands (Risk Ratio= 3.27; 95% Cl, 1.89-5.66 auf -0.30; $p<0.01$) ab (Cramer et al. 2013).

In einem randomisierten Studiendesign wurde die Effektivität von Iyengar-Yoga bei Probanden mit chronischen nicht spezifischen Nackenschmerzen verglichen. Die Maßnahme der Kontrollgruppe bestand aus zu Hause selbst durchgeführten Übungen. Nach der 9 wöchigen Intervention nahm die aktuelle Schmerzintensität, bewertet auf der VAS in der Yogagruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe um -13.9 mm signifikant (95% CI, -26.4 auf -1.4, p=0.03) ab. Die Yogagruppe berichtete ebenfalls über Minderung ihrer körperlichen Beeinträchtigungen durch Reduktion der Bewegungseinschränkungen (Neck Disability Index) im Zervikalbereich und verbesserte mentale Lebensqualität. In der Yogagruppe erhöhten sich die Propriozeption und die Schwellenwerte der Schmerzpunkte. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass der Effekt von Yoga gegenüber konventionellen Übungen bei chronischen Nackenschmerzen signifikant überlegen ist. Eine durchgehende Yogapraxis hat dabei den wichtigsten Einfluss auf einen Langzeiteffekt (Cramer et al. 2013).

In einem systematischen Review wurden die Effekte von Yoga auf die symptomatische Arthrose von 589 Teilnehmern aus zwölf Studien untersucht. Unterschiedlichste Yogaarten, Übungsfrequenzen und Studiendauer wurden erfasst. Yogainterventionen reduzierten den Schmerz, die Steifigkeit und die Schwellung. Bezüglich der Funktionalität konnten die Autoren aufgrund der Fülle unterschiedlichster Datenerhebungen keine eindeutigen Aussagen machen (Cheung et al. 2016).

Aufgrund eines weiteren Reviews kann Yoga bei Fibromyalgie, rheumatoider Arthritis und Arthrose nur schwach empfohlen werden. Acht randomisierte kontrollierte Studien mit n= 559 Patienten wurden untersucht, nur zwei davon hatten ein niedriges Bias Risiko. Es wurde eine sehr niedrige Evidenz für Yoga gegen Schmerzen und körperliche Beeinträchtigung bei Fibromyalgie (zwei Studien) und bei Arthrose (drei Studien) verzeichnet. Drei Studien berichteten ebenfalls nur über sehr niedrige Effekte gegen Schmerzen bei rheumatoider Arthritis. In einer vereinzelten Studie zeigte sich ebenfalls keine Evidenz für Yoga gegen Schmerzen beim Karpaltunnelsyndrom (Cramer et al. 2013).

In einer Pilotstudie wurden die Effekte von Iyengar-Yoga auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität bei 25 Patienten mit chronisch obstruktiver Lungenerkrankung, Lungenfibrose und pulmonaler Hypertension untersucht. Während der dreimonatigen Intervention wurde Yoga zwei Mal pro Woche für 1 Stunde geübt. Die Reduktion der Zielparameter Gesamtscore der Fragebögen Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS), Teil Ängstlichkeit von 6.63±4.63 auf 3.26±1.98 und des Chronic Respiratory

Questionaire (CRQ), Teil Fatique von 3.91±1.03 auf 4.50±0.76 waren signifikant ($p<0.05$). Der Gesamtscore des Fragebogens Health Utiliy Index (HUI), der die Verbesserung der Lebensqualität wiederspiegelt, nahm ebenfalls ab. Klinisch berichteten die Patienten von verbesserter Atemkapazität, erhöhter Mobilität und Energie. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Iyengar-Yoga einen positiven Effekt auf chronisch obstruktive Lungenerkrankungen hat (Santana et al. 2013).

Ein systematisches Review gibt einen Einblick über kontrollierte Studien, die Effekte von Yoga bei Erwachsenen mit Typ 2 Diabetes mellitus untersucht haben. Es wurden 25 kontrollierte Studien (n=2170 Teilnehmer), davon 12 randomisierte und 13 nicht randomisierte erfasst. Zehn der randomisierten Studien berichten über wenigstens eine signifikante Senkung der Zielparameter postprandialer Blutzucker (PPBG), Nüchternblutzucker- und Insulin und des HbA1c-Wert im Vergleich zu den Kontrollgruppen, die Interventionen wie die Standardbehandlung, Gruppenunterricht oder flottes Gehen erhielten. In zwei Studien zeigte Yoga allerdings keine Effekte auf dieselben Zielparameter. Zwölf der nicht randomisierten Studien berichten ebenso über wenigstens eine signifikante Reduktion der Zielparameter postprandialer Blutzucker (PPBG), Nüchternblutzucker- und Insulin, Fruktosamine und des HbA1c-Wert im Vergleich zu den Kontrollgruppen, die entweder eine Standardbehandlung in Form von leichten körperlichen Übungen ausführten oder sich an eine fettarme vegetarische Diät hielten. In sechs der nicht randomisierten Studien wurden signifikante Veränderungen in Form von Reduktion des Körpergewichtes, des Body-Mass-Index (BMI) oder der Waist to Hip Ratio erfasst.

Zusammenfassend berichteten 92% der betrachteten Studien über signifikante Verbesserung der glykämischen-Kontrolle durch das Yogaprogramm. In 94% der Studien wurde zudem im Vergleich zur Standardbehandlung über wenigstens eine signifikante Veränderung im Fettstoffwechsel der Yogateilnehmer berichtet, die sich durch Reduktion des Gesamtcholesterins, des Low Density Lipoproteins (LDL), des Very Low Density Lipoproteins (VLDL) und der Triglyceride unter Erhöhung des High Density Lipoprotein (HDL) auszeichnete. Zusätzlich wiesen weitere Ergebnisse in den Daten darauf hin, dass Yoga sowohl den oxidativen Stress und den Blutdruck senkt als auch die autonome Funktion, Stimmung, Schlaf- und Lebensqualität verbessern kann. Die Autoren des Reviews weisen auf die methodische Begrenztheit der Studien hin und verlangen qualitative Untersuchungen, um die positiven Effekte von Yoga auf die Diabetes mellitus Typ 2 Erkrankung zu bestätigen und weiter zu evaluieren (Innes & Selfe 2016).

Lauche et al. veröffentlichten 2016 ein Review und Metaanalyse, in das sie 30 Studien mit 2173 Teilnehmern einschlossen, die Effekte von Yoga auf Körpergewichtsbezogene Ergebnisse bei normal und Übergewichtigen untersuchten. In Studien mit gesunden erwachsenen Teilnehmern konnte der Effekt von Yoga im Vergleich zu den Standardbehandlungen in der Abnahme der Waist to Hip Ratio (SMD= -1.00; 95% CI= -1.44, -0.55; $p<0.001$) gezeigt werden. Nur in Studien mit übergewichtigen Teilnehmern hatte Yoga im Vergleich zu den Standardbehandlungen einen Effekt auf dem BMI (SMD= -1.00; CI= -1.44, -0.55; $p<0.001$), der abnahm. Es traten keine nachteiligen Ereignisse infolge der Interventionen auf. Aufgrund dieser Ergebnisse kann Yoga als sichere und effektive Maßnahme zur Reduktion des BMI bei übergewichtigen Menschen empfohlen werden (Lauche et al. 2016).

Durch eine randomisierte kontrollierte Studie mit n= 60 Probanden konnte gezeigt werden, dass 30.2±9.2 Stunden Yoga bei Frauen mit abdominaler Fettleibigkeit ausreichen, um das primäre Endziel den Bauchumfang über einen Zeitraum von drei Monaten um -3.8 cm signifikant (95% CI (-6.1; -1.5); $p=0.001$) zu reduzieren (Cramer et al. 2016).

In einer randomisierten kontrollierten Studie (n=51) wurden die Effekte von Iyengar-Yoga auf die Symptome des Reizdarmsyndroms bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen gegen eine Wartekontrollgruppe mit der üblichen Behandlung untersucht. Die Jugendlichen berichteten über Verbesserungen ihrer körperlichen Funktionsfähigkeit, während die jungen Erwachsenen über Minderung der Reizdarmsymptomatik, ihrer körperlichen Einschränkung, des erlebten Stress und ihrer Erschöpfung bei gleichzeitiger Verbesserung der Schlafqualität berichteten. Diese Effekte waren nach der sechswöchigen Intervention in beiden Altersgruppen innerhalb der Yogagruppe signifikant. Die durchschnittliche abdominale Schmerzintensität blieb statistisch in beiden Altersklassen unverändert, klinisch berichteten 44% der Jugendlichen und 46% der Erwachsenen über eine Minderung dieser. Nach diesem Studienprotokoll scheinen junge Erwachsene mehr Vorteile aus dieser Intervention zu haben als Jugendliche mit derselben Erkrankung. Iyengar-Yoga kann als relativ sichere Maßnahme bei jungen Patienten mit Reizdarmsyndrom unterstützend empfohlen werden (Evans et al. 2014).

Der Effekt einer 12 wöchigen Iyengar-Yoga Intervention wurde in einer randomisierten kontrollierten Studie, n=31 Probanden auf diverse Entzündungsparameter bei Brustkrebsüberlebenden mit anhaltender Fatique untersucht. Die Kontrollgruppe wurde in Gesundheitserziehung unterrichtet. Innerhalb der Yogagruppe reduzierten sich die Parameter NF-kB und CREB, gleichzeitig stieg die Aktivität vom anti-inflammatorischen

Glucocorticoid Rezeptor (alle Parameter p=<0.5). Zudem wurde ein regressiver Trend für den Interleukin 1 Rezeptor Antagonist verzeichnet. Der sTNF-RII-Wert blieb in der Yogagruppe stabil, in der Kontrollgruppe stieg der Wert. Es wurden keine signifikanten Veränderungen des CRP, IL-6 und des Cortisolspiegels festgestellt. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Iyengar-Yoga gezielt eingesetzt werden kann, um bei Brustkrebs überlebenden Frauen mit Fatique die Genexpression der Entzündungsreaktion zu reduzieren (Bower et al. 2014).

Ein abschließendes aktuelles Review von Cramer et al. (2017) dokumentiert die Effekte von Yoga bei Patientinnen mit Mammakarzinom. Vierundzwanzig randomisierte Studien mit Kontrollgruppen, die keine, eine andere aktive oder eine andere Therapie erhielten, wurden eingeschlossen, wovon 23 Studien die Daten für die Metaanalyse bereitstellten. In 17 Studien wurde Yoga gegen eine Wartekontrollgruppe verglichen. In den Yogagruppen wurden positive Effekte mit Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (gepoolt SMD 0.22, 95% CI 0.04-0.40; zehn Studien mit n= 675), Minderung von Fatique (gepoolt SMD -0.48, 95% CI -0.75-0.20; elf Studien mit n= 883) und Schlafstörungen (gepoolt SMD -0.25, 95% CI 0.40 bis -0.09; sechs Studien mit n= 657) verzeichnet. Im Vergleich zu psychosozialen/ Erziehungsinterventionen minderte sich unter Yoga die Depression, Angst und Fatique. Im Vergleich zu diesen Kontrollgruppen kann Yoga durch die moderate Evidenz als unterstützende Therapie bei Brustkrebserkrankten empfohlen werden. Im Vergleich zu anderen körperlichen Interventionen hat Yoga eine niedrige Evidenz, infolgedessen kann es nur als mögliche Alternative empfohlen werden (Cramer et al. 2017).

1.2.2 Stand der Wissenschaft zu Effekten von Iyengar-Yoga auf Stress

Die Weltgesundheitsorganisation hat Stress zu einem der größten Gesundheitsrisiken des 21. Jahrhunderts erklärt. Einblick in die Situation in Deutschland gibt eine Erhebung der Techniker Krankenkasse, die Ergebnisse wurden vom F.A.Z. Institut 2009 veröffentlicht. Danach empfinden acht von zehn Deutschen ihr Leben als stressig, jeder Dritte steht unter Dauerstress. Belastung am Arbeitsplatz bzw. im Studium/ in der Schule und finanzielle Sorgen wurden als Ursachen angegeben. Bereits 20% der Befragten litten unter gesundheitlichen Stressfolgen, am häufigsten unter Muskelverspannungen und Schmerzen im Rücken- oder Nackenbereich (F.A.Z. 2009).

Eine wachsende Zahl epidemiologischer Studien unterstreicht die Bedeutung psychosozialen Stresses als relevanten Risikofaktor für zahlreiche Erkrankungen. Die INTERHEART-Studie bewertet Stress, neben Rauchen und Bluthochdruck als drittwichtigsten relevanten kardiovaskulären Risikofaktor für die Entstehung eines Myokardinfarktes (Rosengren et al. 2004). Neben Bewegungsmangel und Fehlernährung stellt Stress somit einen der maßgeblichen Risikofaktoren für eingeschränkte Lebensqualität und Gesundheitsgefährdung dar (Rosengren et al. 2004; Rozanski et al. 2005).

Bei Stresssymptomen zeigten medikamentöse Ansätze mit Antidepressiva oder Sedativa und kognitive Therapieverfahren keine befriedigenden Langzeitresultate (Appels et al. 2005; Joynt & Conner 2005). Im Verhältnis dazu fanden signifikante Stressreduktionen in den Studien durch traditionelle Entspannungsverfahren wie Meditation oder Progressive Muskelentspannung statt (Blumenthal et al. 2002; Castillo- Richmond et al. 2000).

Die allgemein bekannten Entspannungstechniken werden durch Yoga vielversprechend ergänzt. Es konnte dargestellt werden, dass Iyengar-Yoga den wechselseitigen Bezug von Körper und Geist stärkt. Die 193 Iyengar-Yogaübenden in der Studie zeigten im Verhältnis zur Kontrollgruppe ein positiveres Körpergefühl/ -bild und höhere Gesamtscores im Embodiment und niedrigere Geamtscores in der Selbstobjektivierung/ Versachlichung ihrer selbst. Demnach fördert Yoga, eine wohlgesinnte Beziehung zum eigenen Körper zu pflegen und aufzubauen (Mahlo et al. 2016).

Klinisch relevante Effekte von Iyengar-Yoga auf Depressionssymptome und Ängstlichkeit bei weiblichen Häftlingen dokumentierten Harner et al. (2010). Die Symptome wurden mittels Beck Inventory, Beck Anxiety Inventory und dem Perceived Stress Scale in der vierten, achten und zwölften Woche beurteilt. Die Depressionssymptome nahmen signifikant und linear über den Zeitraum von 24.90 Summenpunkten zu Beginn auf 5.67 zum Ende der Studie ab. Es wurde ebenfalls eine Minderung der Ängstlichkeit verzeichnet, jedoch nicht signifikant. Der selbst wahrgenommene Stress nahm bis zur vierten Woche ab und zum Studienende wieder zu (Harner et al. 2010). Im Einsatz gegen depressive Symptome bei weiblichen Häftlingen zeigte Iyengar-Yoga sich wirksam, hinsichtlich der Stressreduktion allerdings als nicht effektiv.

Ein weiteres Review mit Metaanalyse von fünf Studien (n=337) und der Fragestellung, ob Yoga Symptome der Schizophrenie, Lebensqualität, kognitive und soziale Funktion, Hospitalisation und Ängstlichkeit positiv beeinflussen kann, kam zu dem Schluss, den Einsatz von Yoga in dieser Patientengruppe nicht zu empfehlen. Es konnte lediglich ein

Kurzzeiteffekt in zwei Studien mit hohem Biasrisiko auf die Verbesserung der Lebensqualität durch Yoga verzeichnet werden. Yoga zeigte sich im Verhältnis zu den üblichen Behandlungen und den nicht medikamentösen Interventionen bei Schizophrenieerkrankten als nicht wirksam (Cramer et al. 2013).

1.2.3 Stand der Wissenschaft zur Herzfrequenzvariabilität

In den Sportwissenschaften hat die Bestimmung der Herzfrequenzvariabilität bei der Belastungsteuerung, der Belastbarkeitsdiagnostik und bei der Wirksamkeitsüberprüfung von sporttherapeutischen Interventionen zunehmend an Bedeutung gewonnen (Boutcher & Stein 1995, Melanson & Fredson 2001, Schuit et al. 1999). Vor allem deswegen, weil hier gezeigt werden konnte, dass regelmäßige körperliche Aktivität ausreichender Intensität die sympathovagale Balance des autonomen Nervensystems günstig beeinflusst (Hottenrott et al. 2006). So kann bereits moderate körperliche Aktivität zu einer Zunahme der efferenten Vagusaktivität führen, die sich im EKG als Zunahme der Herzfrequenzvariabilität und Abnahme der Herzfrequenz in Ruhe bei submaximaler Belastung zeigen kann. „Beim Menschen steigt die Herzfrequenzvariabilität nach intensivem Ausdauertraining an, beim Übertraining nimmt sie deutlich ab“ (Niebauer, 2015, S. 94).

Die Herzfrequenzvariabilität dient als Ausdruck der Regulation des Herzens durch das autonome Nervensystem und gibt sehr gute Aufschlüsse über die “Herzgesundheit“ wieder. „Die Analyse der autonomen Funktion (HRV) wird auch im intensivmedizinischen Bereich zur fortlaufenden Überwachung eingesetzt. Nach einem akuten Herzinfarkt ist die HRV vermindert als Ausdruck einer gestörten kardialen Funktion. In der akuten Phase der Thrombolyse ist die HRV erhöht“ (Niebauer, 2015, S. 94).

Hochgradige Formen der Herzinsuffizienz sind mit einer deutlichen Einschränkung der Herzfrequenzvariabilität verknüpft. In zahlreichen Studien konnte eine Korrelation zwischen reduzierter Herzfrequenzvariabilität, erhöhter Gesamtsterblichkeit sowie erhöhtem Risiko für plötzlichen Herztod nachgewiesen werden (Esperer 1992; Dekker et al. 2000; Tsuji et al. 1994). „Bei Patienten nach akutem Infarkt weist eine verminderte HRV auf eine erhöhte Gefährdung durch ventrikuläre Rhythmusstörungen sowie durch einen plötzlichen Herztod hin“ (Niebauer, 2015, S. 94). Daneben wurde eine erhöhte Inzidenz der koronaren Herzkrankheit und der Herzinsuffizienz bei Personen mit eingeschränkter Herzfrequenzvariabilität dokumentiert (Liao et al. 1997; Tsuji et al. 1996).

„Patienten mit Linksherzinsuffizienz unterschiedlicher Ätiologie haben in der Regel eine verminderte HRV. Durch Training wird die HRV auch bei Patienten mit Herzinsuffizienz verbessert“ (Niebauer, 2015, S.94). Diese Einschränkung in der Herzfrequenzvariabilität zeigt bei betroffenen Patienten eine erhöhte Sterblichkeit an. Auf physiologischer Ebene versucht der Körper durch eine erhöhte Stoffwechsellage, durch den erhöhten Sympathikotonus zu kompensieren, was die Situation verschärft. Psychische Erkrankungen wirken ebenfalls, jedoch indirekt durch die Sympathikusaktivierung und den erhöhten Katecholaminspiegel auf die Herzfrequenzvariabilität ein.

Zahlreiche Entspannungsverfahren und Techniken zur Reduktion von stressbedingten psycho-physischen Überlastungen und Erkrankungen versprechen in diesem Zusammenhang neben psychologischen Effekten auch eine positive Modulation von Blutdruck und Herzfrequenz (Vaitl & Petermann 1993). Zur Objektivierung der genannten physiologischen Entspannungsreaktion ist zunehmend auch die Herzfrequenzvariabilität eingesetzt worden. Sie dient als quantitativer Marker des autonomen Nervensystems und kann das Zusammenspiel von erregender, sympathischer Aktivität und beruhigender, parasympathischer Aktivität parametrisieren. Folglich ist die Herzfrequenzvariabilität bei der Beurteilung des psycho-physischen Entspannungszustandes in unterschiedlichen Situationen als aufschlussreiche Methode anzusehen (Mück-Weymann 2002).

Somit ist der prognostische Einsatz der Herzfrequenzvariabilität nicht nur in der Beurteilung der kardiovaskulären autonomen Funktion wichtig, sondern ist auch in der Erfassung der Stressbelastung, von Schlafstörungen und der Trainingsüberwachung dienlich (Niebauer, 2015, S.97).

1.2.4 Stand der Wissenschaft zu Effekten von Yoga auf die Herzfrequenzvariabilität

Physiologisch lässt sich die Herzfrequenzvariabilität durch Training erhöhen. Yoga stellt eine mögliche Trainingsmethode dar. Es wurde der Einfluss vom täglichen einstündigen Yogaunterricht bei 40 gesunden und Yoga unerfahrenen Männern untersucht. Die zeitbasierten Parameter der Herzfrequenzvariabilität veränderten sich alle signifikant nach der einmonatigen Intervention. Der RMSSD stieg von 22.0 auf 25.6, der SDNN von 33.6 auf 42.11 und der pNN50 von 2.45 auf 7.35. Bei den frequenzbasierten Parametern wurden ebenfalls signifikante Werte erhoben. Das LF Spektrum nahm von 39.3 auf 30.4 ab, die LF/HF Ratio von 2.62 auf 2.28 (Vinay et al. 2016). Die Daten bestätigen den Effekt, dass

die autonome Balance des vegetativen Nervensystems durch Yoga in Richtung des Parasympathikus verschoben wird.

Die randomisierte und kontrollierte Studie (n=100) von Sawane (2015) konnte aufzeigen, dass Yoga einen stärkeren Einfluss auf die Herzfrequenzvariabilität als Schwimmen hat. Folgende erhobene Parameter nahmen in beiden Gruppen signifikant zur Baseline ab: Systolischer und diastolischer Ruheblutdruck ($p<0.01$), Rückgang der LF Bereiche ($p<0.0001$) und der LF/HF Ratio ($p<0.0001$) in der Spektralanalyse. Die Veränderungen in beiden Gruppen waren sich ähnlich ($p<0.05$). Alle erhobenen Mittelwerte der Herzfrequenzvariabilität nahmen in beiden Gruppen signifikant zu ($p<0.0001$), in der Yogagruppe im Durchschnitt jedoch mehr ($p<0.01$), als in der Schwimmgruppe. Die beiden Parameter RMSSD und SDNN nahmen ebenfalls in beiden Gruppen signifikant zur Baseline zu. Allerdings sind die Werte in der Yogagruppe für den RMDDS ($p<0.001$) und für den SDNN ($p<0.01$) signifikant höher als in der Schwimmgruppe. Beide Trainingsmethoden wirken sich positiv auf das kardiovaskuläre System aus, der Effekt von Yoga auf die Herzfrequenzvariabilität ist jedoch stärker (Sawane & Gupta 2015).

In einer Pilotstudie (Patil et al. 2013) wurden die Effekte von Yoga auf die Herzfrequenzvariabilität bei jungen Rennradfahrern untersucht. Hier diente die Herzfrequenzvariabilität als Indikator für Stress, dem die Athleten ausgesetzt waren. In der Yogagruppe wurden signifikante Erhöhungen im HF Bereich um 14,64% ($p<0.05$) und signifikante Abnahmen um 5,52% ($p<0.05$) im LF Bereich und in der LF/HF Ratio um 19,63% ($p<0.01$) verzeichnet. In der Kontrollgruppe mit dem üblichen Training nahm die HF Komponente ab, es wurden keine Unterschiede im LF Bereich und in der LF/HF Ratio verzeichnet. Patil et al. kamen zu dem Schluss, dass Yoga die Aktivität des Sympathikus reduziert und die Balance des autonomen Nervensystems in Richtung Parasympathikus verschiebt. Yoga kann bei jungen Rennradfahrern in der Stressreduktion hilfreich sein, indem es die autonomen Funktionen optimiert und sich dadurch die Herzfrequenzvariabilität erhöht.

Positive Effekte von Yoga auf die Herzfrequenzvariabilität verzeichneten auch Peter et al. (2015). In ihre Studie wurden 1200 Männer eingeschlossen, die in vier Altersgruppen (Gruppe A 16-25 Lj., Gruppe B 26-35 Lj., Gruppe C 36-45 Lj., Gruppe D 46-55 Lj.) eingeteilt wurden. Innerhalb der Altersgruppen gab es drei weitere Einteilungen: Läufer, Yoga-Praktizierende und Teilnehmer mit einer meist sitzenden Lebensweise, die als Kontrollgruppe dienten. Der HF Bereich in der Spektralanalyse war in der Gruppe B und C bei den Läufern und Yogis signifikant höher als in der Kontrollgruppe. In der Gruppe D

war der HF Bereich allerdings bei den Yoga-Praktizierenden signifikant höher als bei den Läufern und der Kontrollgruppe. Der LF Bereich und die LF/HF Ratio nahm in den Gruppen B und C signifikant unter den Yoga-Praktizierenden und Läufern im Verhältnis zur Kontrollgruppe ab. In der Gruppe D war diese Abnahme wiederum signifikanter unter den Yoga-Praktizierenden im Verhältnis zu den Gruppen B und C. Diese Ergebnisse zeigen auf, dass die parasympathische Aktivität bei Yoga-Praktizierenden und Läufern größer ist als in der Kontrollgruppe. Die ältesten Yoga-Probanden (Gruppe D) zeigten in dieser Studie die höchsten Werte für die Herzfrequenzvariabilität (Peter et al. 2015).

In der Studie von Telles et al. (2016) zeigt sich, dass Yoga bei chronischen Rückenschmerzpatienten mit dem dadurch erhöhtem Sympathikus-Tonus durch Yoga im Vergleich zur normalen Krankengymnastik die Dominanz des Parasympathikus erhöht wird. Das zeigte sich durch die signifikante Verringerung in den Ergebnissen des LF Bereiches ($p=0.049$), der Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität durch Zunahme des pNN50 ($p=0.032$) und der Senkung der Respirationsrate ($p=0.001$) bei gleichzeitiger signifikanter Erhöhung des HF Bereiches ($p=0.049$) (Telles et al. 2016).

Chu et al. (2017) untersuchten die Effekte von Yoga auf die Herzfrequenzvariabilität und auf depressive Symptome bei Frauen. Nach einer 12 wöchigen Yogaintervention konnte der signifikante Effekt von Yoga durch die Anhebung des HF Bereichs in der Spektralanalyse gezeigt werden. Der LF Bereich und die LF/HF Ratio nahmen in der Yogagruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe, die ihrem Alltag nachgehen sollte nicht signifikant ab. Ebenfalls minderten sich die depressiven Symptome in der Yogagruppe signifikant, die durch das Beck-Depressions-Inventar erfasst wurden (Chu et al. 2017).

Eine große Komplikation beim Typ 2 Diabetes ist die funktionelle Schädigung afferenter und efferenter Fasern des autonomen Nervensystems mit einhergehenden kardiovaskulären Dysfunktionen. Vinutha et al. (2015) untersuchten den Effekt von siebentägigem Yoga und tiefer Atmung mittels Deep Breathing Test bei Typ 2 Diabetes Probanden ($n=15$) auf diverse Parameter. Innerhalb der einwöchigen Intervention sank der Nüchternblutzucker ($p=0.029$) von 154.67 auf 130.27 mg/dL. Die Antwort des kardiovaskulären Systems durch Steigerung des Blutdruckes auf den durchgeführten Grip Strength Test fiel ebenfalls signifikant ($p=0.01$) aus. Den möglichen Grund der Aktivitätssteigerung des sympathischen Nervensystems anstelle des parasympathischen Nervensystems sehen die Autoren darin, dass im Zuge der autonomen Neuropathie die parasympathischen Fasern vor den sympathischen in Mitleidenschaft gezogen werden. In der Beurteilung der Modulation des autonomen Nervensystems durch den Deep Breathing Test zu Gunsten der

Balance Verschiebung zum parasympathischen System wurde in allen erhobenen Parametern der Herzfrequenzvariabilität lediglich ein Trend verzeichnet (Vinutha et al. 2015).

Cramer et al. (2014) veröffentlichen ein Review mit Metaanalyse, in die sie 44 randomisierte Studien einschlossen, die Effekte von Yoga auf kardiovaskuläre Risikofaktoren erhoben haben. Die Teilnehmer, n=3168 wurden eingeteilt in gesunde, Risikopatienten für kardiovaskuläre Erkrankungen ohne Diabetes-Erkrankung und in Diabetes Typ 2 Erkrankte. Obwohl für die meisten Studien das Risiko der Verzerrung hoch oder unklar war, nahmen folgende Parameter nach den Yogainterventionen ab: Systolischer und diastolischer Blutdruck, Herz- und Atemfrequenz, Taillenumfang, Waist to Hip Ratio, Gesamtcholesterin, VLDL, Triglyceride, Hba1c und die Insulinresistenz. HDL stieg in abhängig von der Stärke des Yogatrainings. Yoga kann im Vergleich zu den üblichen oder gar keinen Interventionen als ergänzende Maßnahme bei Gesunden und bei Patienten mit erhöhten Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen empfohlen werden (Cramer et al. 2014).

Keinen Unterschied in den Ergebnissen gibt es in der Ausführung von Hatha-Yoga in Kombination mit Yoga Nidra Entspannungsübungen oder nur Yoga Nidra Entspannungsübungen. Beide Verfahren wirken sich positiv aus und erhöhen signifikant die Herzfrequenzvariabilität (Markil et al. 2012).

1.3 Fragestellungen

Hatha-Yoga und speziell Iyengar-Yoga sind traditionelle Körperübungsverfahren, die nach dem heutigen Stand der Wissenschaft gewünschte therapeutische Effekte auf unterschiedliche Zielparameter haben. Mit den gängigen Methoden der Wissenschaft lassen sich diese Einflüsse qualifizieren und quantifizieren. Die vorliegende Studie wendet sich in diesem Rahmen folgenden Fragen zu:

- Vermindert eine dreimonatige Iyengar-Yogaintervention den subjektiv wahrgenommenen Stress bei gesunden Frauen?

- Hat die durch Iyengar-Yoga subjektiv wahrgenommene Stressveränderung einen Einfluss auf die Speichelcortisol-Konzentration?

- Weist Iyengar-Yoga bei Frauen mit subjektiv wahrgenommener hoher Stressbelastung einen Einfluss auf die autonome kardiale Funktion der Herzfrequenzvariabilität auf? Wird in diesem Zusammenhang der Blutdruck in irgendeiner Form moduliert?

- Sind diese subjektiven und objektiven Veränderungen dosisabhängig, d.h. sind die Effekte in der Gruppe zwei (zweimal Yoga/ Woche) stärker, als in der Gruppe eins (einmal Yoga/ Woche) und in der Warte-/ Kontrollgruppe gar nicht zu erwarten?

1.4 Hypothesen

Mit dieser Studie soll überprüft werden, ob eine Stressreduktion und Zunahme der Herzfrequenzvariabilität durch Iyengar-Yogaübungen besteht und diese dosisabhängig ist. Um das zu testen, wurden die Daten vor und nach einer dreimonatigen Iyengar-Yogaintervention erhoben und untereinander und gegen die Warte-/ Kontrollgruppe verglichen.

Hypothese 1.a: Iyengar-Yogaübungen reduzieren den subjektiv wahrgenommenen Stress bei gesunden Frauen mit subjektiv wahrgenommener hoher Stressbelastung. Diese

Stressreduzierung lässt sich durch Senkung des Cohen Perceived Stress Scale Summenscore darstellen.

Hypothese 1.b: Iyengar-Yogaübungen wirken bei gesunden Frauen mit subjektiv wahrgenommener hoher Stressbelastung stressreduzierend, wodurch eine Senkung der Speichelcortisol-Konzentration im Speichelcortisoltest zu erwarten ist.

Hypothese 1.c: Iyengar-Yogaübungen haben bei gesunden Frauen mit subjektiv wahrgenommener hoher Stressbelastung einen Einfluss auf die autonome kardiale Funktion. Eine Zunahme der Herzfrequenzvariabilität, gekennzeichnet durch Erhöhung der RMSSD-Werte ist zu erwarten.

Hypothese 1.d: Iyengar-Yogaübungen haben bei gesunden Frauen mit subjektiv wahrgenommener hoher Stressbelastung einen positiven Einfluss auf den Blutdruck. Eine Senkung des systolischen sowie des diastolischen Blutdruckes ist zu erwarten.

Hypothese 2: Iyengar-Yogaübungen haben bei gesunden Frauen mit subjektiv wahrgenommener hoher Stressbelastung eine Dosisabhängigkeit, die sich in den Hypothesen 1.a bis 1.d genannten Parametern darstellt.

2. Materialien und Methoden

2.1 Studiendesign

Es handelt sich um eine dreiarmige, randomisierte und kontrollierte Interventionsstudie über den Zeitraum von drei Monaten, in die n=36 Frauen mit selbstwahrgenommen Disstress eingeschlossen wurden. Die Voruntersuchung (T1) fand im Mai 2006, die Nachuntersuchung (T2) im August/ September 2006 statt. Die Yogaintervention wurde in den Monaten zwischen der Vor- und der Nachuntersuchung durchgeführt.
Die Randomisierung erfolgte in einer der drei folgenden Gruppen:

- Gruppe 1 erhielt einmal/ Woche Yogaunterricht für 90 Minuten mit je 12 Einheiten.
- Gruppe 2 erhielt zweimal/ Woche Yogaunterricht für 90 Minuten mit je 24 Einheiten.
- Gruppe 3 diente als Warte/ Kontrollgruppe.

Die Studie hat der Ethikkommission vorgelegen. Sie ist genehmigt worden und trägt die Bearbeitungsnummer 062968.

2.2 Versuchspersonen

Diese Studie basiert auf den positiven, stressreduzierenden Ergebnissen einer vorangegangenen Iyengar-Yoga Pilotstudie (Michalsen et al. 2005), zu deren Aufruf sich mehrheitlich Frauen (>90%) meldeten. Aus diesem Grund und um die Homogenität der Stichprobe zu bewahren, wurde entschieden diese Studie nur mit weiblichen Versuchspersonen durchzuführen. Die Rekrutierung der Probanden erfolgte mittels Ankündigung in einer städtischen Tageszeitung, die auf die Studie aufmerksam machte und Frauen mit hohem selbstwahrgenommen Stressempfinden suchte, denen im Gegenzug kostenloser dreimonatiger Iyengar-Yogaunterricht angeboten wurde.
Die Probanden hatten die Möglichkeit, sich telefonisch zu melden. Bei dieser Gelegenheit wurde durch eine vorgeordnete Checkliste die Voraussetzung zur Eignung an der Eingangsuntersuchung (T0) überprüft und entschieden. Nach dem Telefonscreening wurden die passenden Frauen eingeladen. Es erfolgte eine Anamnese und ärztliche Voruntersuchung durch den Studienarzt. Gleichzeitig wurden alle Probanden bei diesem

Erstgespräch darauf aufmerksam gemacht, dass die regelmäßige Teilnahme am Yoga wünschenswert ist und eine mögliche Zuteilung zur Warte-/ Kontrollgruppe besteht.
Die Probanden wurden endgültig in die Studie eingeschlossen, wenn sie alle Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten. War dies der Fall, wurde in der darauffolgenden Woche ein Termin zur Voruntersuchung (T1) im Knappschaftskrankenhaus vereinbart.

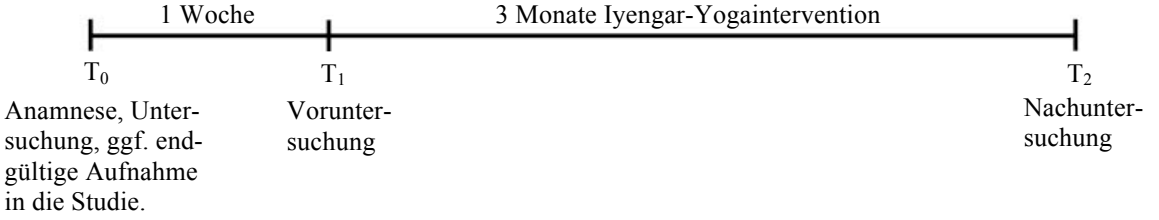


Abbildung 2.1: Timeline.

2.2.1 Einschlusskriterien

Einschlusskriterien waren das Alter zwischen dem 18.- 50. Lebensjahr, Wohnort im Radius <20 km von Essen und ein bestehender Disstress mit einem Summenscore im Cohen Perceived Stress Scale >18 Punkten oder mindestens drei von folgenden vegetativen bzw. körperlichen Stressfolgesymptomen: Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Müdigkeit, Vergesslichkeit, Konzentrationsstörungen, verspannte Schultern, Rückenschmerzen, kalte/ schwitzige Hände, Verdauungsstörungen, Appetitlosigkeit/ Essattacken, erhöhter Kaffee- und/ oder Nikotinkonsum. Gleichermaßen musste die schriftliche Einverständniserklärung vorliegen.

2.2.2 Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterien waren bekannte internistische oder anderweitige behandlungsbedürftige Organerkrankung, bekannte psychische Erkrankung, Schwangerschaft, Immobilität oder Einschränkung für gymnastische Übungen aus orthopädischen, neurologischen oder anderweitigen Gründen, geplante Operation oder Urlaub im Studienzeitraum, Yoga-Praktizierende bzw. Yoga-Erfahrene,

Medikamenteneinnahme (außer Pille und Schilddrüsenhormone). Das Alter sollte nicht <18 und >50 Lebensjahr betragen. Die Teilnehmerinnen mussten sich bereiterklären, ein bzw. zwei Yogatermine pro Woche wahrzunehmen.

2.3 Randomisierung

Nachdem die Probanden-Information gelesen, die freiwillige Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie unterzeichnet und auf die gesetzlichen Bestimmungen des Datenschutzes hingewiesen worden war, fand die Randomisierung statt. Vorher erhielt jeder Proband eine eindeutige Probandenidentifikation mittels fortlaufender Nummerierung, die als eindeutiges Identifikationsmerkmal diente.
Die Randomisierung erfolgte vor dem Ausfüllen des Aufnahmebogen und dem Cohen Perceived Stress Scale per Münzwurf einer zwei Euro Münze in der Reihenfolge der Aufnahme in die Studie. Der erste Münzwurf entschied, ob die Probanden in eine Yogagruppe oder in die Kontrollgruppe zugelost wurden. Bei Kopf in die Kontrollgruppe und bei Zahl in eine Yogagruppe. Der zweite Münzwurf entschied, ob man in die Gruppe 1 mit einmal/ Woche oder in die Gruppe 2 mit zweimal/ Woche Yogaunterricht zugelost wurde. Bei Kopf in die Gruppe 1, bei Zahl in die Gruppe 2.
Der Proband bekam vom Versuchsleiter mündlich und schriftlich mitgeteilt in welche Interventionsgruppe er zugelost worden war. Die Probanden der Warte-/ Kontrollgruppe erhielten zusätzlich eine Teilnehmerkarte, welches ihnen die Gewähr gab, nach Studienende an Yogakursen der Yogaschule teilnehmen zu können.

2.4 Auswertung

Um die Effektstärke von Iyengar-Yoga darzustellen, wurden die Gruppen aufgrund der mittelmäßigen Compliance, ersichtlich in Tabelle 3.2 für die Auswertung nach inhaltlichen Fakten, nach der Anzahl der Teilnahmen an den Yogaeinheiten in folgende Gruppen eingeteilt und ausgewertet:

- Gruppe 0= kein Yoga entspricht der Warte-/ Kontrollgruppe mit n=12.
- Gruppe 1= wenig Yoga mit 1-6 Teilnahmen an den Yogaeinheiten mit n=7.

• Gruppe 2= mittel Yoga mit 7-12 Teilnahmen an den Yogaeinheiten mit n=10.

• Gruppe 3= viel Yoga mit 19-24 Teilnahmen an den Yogaeinheiten mit n=7.

Es ist zu beachten, dass keine Teilnahmen an der 13. bis 18. Yogaeinheit verzeichnet wurden.

2.4.1 Bildung von Kennwerten

Der Kennwert des Fragebogens Cohen Perceived Stress Scale wurde durch seinen Summenscore gebildet. Weitere Kennwerte bildeten die Speichelcortisol-Konzenration im Tagesverlauf (ng/ml), die Höhe des systolischen und diastolischen Blutdruckes, gemessen in mm/Hg. Bei der Herzrate wurde der Kennwert in beats/min gebildet, beim RMSSD in ms. Die Bildung der Kennwerte dieser physiologischen Parameter wurde durch das Gerät SUEmpathy 100 der Firma Suess Medizin-Technik vorgenommen.

2.4.2 Deskriptive Statistik

Für die Auswertung stand das Programm SPSS 14.0 zur Verfügung. Nach Eingabe aller Daten wurde zur Qualitätskontrolle eine 10%-ige Stichprobe gezogen. Die Fehlerquote musste unter 1% liegen. Es wurden Mittelwerte und deren Standardabweichungen gebildet. In erster Linie wurden varianzanalytische Verfahren gerechnet. Vor der Auswertung wurde das Vorliegen der jeweiligen Voraussetzungen durch eine Varianzanalyse geprüft.

2.4.3 Inferenzstatistik

Im Falle einer Messwiederholung wurden die homogenen Treatment-Differenz-Varianzen der abhängigen Variablen mittels Mauchly-Test auf Sphärizität überprüft. Im Falle einer Verletzung dieser Annahme wurden die statistischen Kennwerte mittels der Greenhouse-Geisser Korrektur ε angepasst. Die Auswertung aller Kennwerte erfolgte mit ANOVA. Die Faktoren der Varianzanalyse und deren Messwiederholungen für jeden Kennwert sind dem Abschnitt 2.7 Experimentelles Design zu entnehmen.

Alle signifikanten Haupt- und Interaktionseffekte der Varianzanalysen wurden ausführlich analysiert. Das Signifikanzniveau wurde jeweils auf p=0.05 festgelegt. Im Falle wiederholter Tests aufgrund von Einzelvergleichen wurde das Signifikanzniveau nach Bonferoni korrigiert.

2.5 Marker/ Indikatoren für psychologischen und physiologischen Stress

2.5.1 Cohen Perceived Stress Scale (CPSS)

Dieser Fragebogen wurde 1983 von S. Cohen, T. Kamarck und R. Mermelstein entwickelt. Dabei fokussierten sie auf das Ausmaß des subjektiv wahrgenommenen Stresses und der erlebten Belastungen durch sogenannte "objektivierbare Stressoren" und bezogen sich bei der Entwicklung des Cohen Perceived Stress Scale auf das Stresskonzept von Lazarus. Der Cohen Perceived Stress Scale ist einer der wenigen Mehr-Item Skalen zur systematischen Erfassung der globalen Beurteilung subjektiv wahrgenommenen Stresserlebens. Die Messung findet auf Grundlage von 14 Items mit fünfstufigen Likert-Skalen (nie, fast nie, manchmal, oft, sehr oft) statt, mit denen in der experimentellen Stressforschung die Stresshaftigkeit der aktuellen Situation erfragt wird. Aus den Antworten wird ein Summenscore gebildet, welcher minimal null und maximal 56 betragen kann, wobei sieben Items umcodiert werden müssen (Cohen 1983). Ein höherer Gesamtscore weist auf stärker empfundenen Stress hin. Es soll darauf hingewiesen werden, dass verschiedene Versionen des Cohen Perceived Stress Scale mit unterschiedlichen Itemzahlen und entsprechend unterschiedlicher Range existieren.

2.5.2 Speichelcortisol-Konzentration

Die Messung der Speichelcortisol-Konzentration stellt eine nichtinvasive und einfache Methode für die objektive Messung der Stressbelastung der Probanden dar und wird in dieser Studie als psychophysiologischer Indikator für diese eingesetzt.

2.5.3 Herzfrequenzvariabilität

Da Stress fast immer von Aktivierung begleitet wird, sind auch die meisten psychophysiologischen Aktivierungsindikatoren als Bestandteil der Stressreaktion anzusehen. Besonders gut eignen sich hierfür die einfache Erfassung der Herzfrequenzvariabilität mittels EKG und des Blutdrucks. Sie geben einen guten Einblick in die aktuelle Stressreaktion. Der Parameter RMSSD dient dabei als Indikator für die Aktivität des parasympathischen Nervensystems. Hohe Indexwerte sind mit einer höheren Aktivität des parasympathischen Systems und der damit verbundenen Zunahme der Herzfrequenzvariabilität gekoppelt: Das Stressniveau ist niedrig/ niedriger. Niedrige Indexwerte sind mit einer niedrigen Aktivität des parasympathischen Systems und der damit verbundenen Abnahme der Herzfrequenzvariabilität gekoppelt: Das Stressniveau ist höher. Mittels Vergleiche der Herzfrequenzvariabilität lassen sich Aussagen über den vagalen Tonus und demzufolge über die Stressbelastung der Probanden machen. Gleichzeitig erlaubt die Herzfrequenzvariabilität eine Beurteilung des Tainingszustandes. Sie nimmt unter moderatem Ausdauertraining zu.

2.5.4 Laborstresstests

2.5.4.1 Eiswassertest/ Cold-Pressure-Test

Cold-Pressure-Test, Synomym Cold-Pressor-T., englisch = Kalt-Druck-Test.
Der Kälte-Druck-Test dient zur Beurteilung der individuellen Kreislaufregulation durch Blutdruckmessung vor, während und nach dem Eintauchen einer Hand des Untersuchten in Eiswasser für eine Minute. Der maximale Blutdruckanstieg wird meist 30 Sekunden nach Beginn des Kältereizes erreicht, die Basiswerte nach 2-3 Minuten (Pschyrembel 2014).
Temperatur und andere Umgebungsstressoren können einen Einfluss auf den Blutdruck und auf die Herzrate haben. „Während der ersten Konfrontation mit dem negativen Ereignis kommt es zu deutlichem Anstieg der Hypophysen-Nebennierenrinden- und Nebennierenmarkaktivität, sowie entsprechender peripher-autonomer physiologischer Prozesse“ (Birbaumer, 2006, S. 150). Plötzlich einsetzender und schmerzhafter Kältestress führt somit innerhalb von Sekunden über das Sympatho-adrenomedulläre System zur

Zunahme der Herzfrequenz, des Herzminutenvolumens, des systolischen Blutdrucks und den peripheren Glukokortikoiden (Velasco et al. 1997) (s. Tabelle Seite 7).
Klinisch wird der Cold-Pressure-Test unter anderem eingesetzt, um die autonome kardiale Funktion zu beurteilen (Wirch et al. 2006). Er findet Anwendung als Belastungstest der Herzfunktion in Verbindung mit dem EKG und lässt Rückschlüsse auf die links ventrikuläre kardiale Funktion und somit auf die Herzfrequenzvariabilität zu.
In dieser Studie wurde der Eiswassertest als Standard Laborstresstest/ Stressor eingesetzt. Die Leitungswassertemperatur von ca. acht Grad Celsius wird durch im Wasser schwimmende Eiswürfel herruntergekühlt und aufrechterhalten. Die durch die Kälte provozierte Erhöhung der Herzfrequenz und die des Blutdrucks, diente als Indikatoren für Stress. In dieser Studie wurde aus praktischen Gründen der Versuchsdurchführung die Hand ausgewählt und die Eintauchdauer nicht festgesetzt, sondern die individuelle Verweildauer der Hand im Eiswasser erhoben. In diesem Fall wurde die rechte Hand ebenfalls aus praktischen Gründen der linken vorgezogen.

2.5.4.2 Kopfrechenaufgaben-Test

Mentale Belastungen in Form von Kopfrechenaufgaben eignen sich als Stresstest (Kirschbaum et al. 1993). Sie wurden in dieser Studie als standard Laborstresstest eingesetzt und dienten in diesem Fall als kognitiver Stressor. Durch die Sympathikus-Aktivierung steigt beim Bewältigen, sowie beim Abwehren der Kopfrechenaufgaben die Herzfrequenz und der Blutdruck an. Diese beiden Parameter dienen der indirekten Stressmessung.

2.6 Zielparameter und Messinstrumente

2.6.1 Primärer Zielparameter

Der Hauptzielparameter ist die mittlere Differenz des Cohen Perceived Stress Scale Summenscores zu Beginn (T1) und nach drei Monaten (T2) Yogaintervention. Die Differenzen innerhalb derselben Gruppe und der Gruppen untereinander sind von Interesse.

2.6.2 Sekundäre Zielparameter

Die sekundären Zielparameter sind die mittlere Differenz zu Beginn (T1) und nach drei Monaten (T2) Yogaintervention der folgenden Parameter:

- Speichelcortisol-Konzentration (ng/ml) im Tagesverlauf.
- Herzfrequenzvariabilität erhoben durch den RMSSD (ms).
- Herzrate (beats per minute).
- systolischer und diastolischer Blutdruck (mm/Hg).

Die Differenzen innerhalb derselben Gruppe und der Gruppen untereinander sind von Interesse.

2.7 Experimentelle Variablen (Operationalisierung)

Die Gruppen 0-3 stellen die unabhängigen Variablen des Versuchsdesigns dar.
Die abhängigen Variablen werden durch die folgenden Zielparameter im Versuchsdesign dargestellt:

- Summenscore des Fragebogen Cohen Perceived Stress Scale.
- Speichelcortisol-Konzentration (ng/ml) im Tagesverlauf.
- Herzfrequenzvariabilität (RMSSD).
- Herzrate (beats per minute).
- systolischer und diastolischer Blutdruck (mm/Hg).

2.8 Experimentelles Design

Die unterschiedlichen experimentellen Designs für die jeweiligen Zielparameter werden in diesem Kapitel im Einzelnen dargestellt.

2.8.1 Cohen Perceived Stress Scale, Speichelcortisol-Konzentration und Eiswasserdauer

Bei dem Cohen Perceived Stress Scale, der Konzentration des Speichelcortisols im Tagesverlauf und der Eiswasserdauer handelt es sich um ein 4*2– faktorielles Design mit dem vierstufigen Zwischensubjektfaktor Gruppe und dem zweistufigem Innersubjektfaktor Zeit, das der Vor- (T1) und der Nachuntersuchung (T2) entspricht. Abbildung 2.2 gibt das Design wieder.

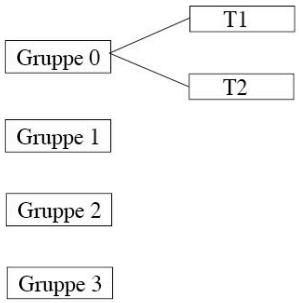


Abbildung 2.2: Experimentelles Design für Cohen Perceived Stress Scale, Speichelcortisol-Konzentration und Eiswasserdauer.

2.8.2 Blutdruck

Für den Blutdruck gilt ein 4*2*3*3– faktorielles Design mit dem vierstufigen Zwischensubjektfaktor Gruppe, dem zweistufigem Innersubjektfaktor Zeit (T1 und T2 Untersuchung), dem dreistufigem Innersubjektfaktor Stresstest (E= Eiswassertest, K= Kopfrechenaufgaben, Grundlinie ohne Stresstest) und dem dreistufigen Innersubjektfaktor Versuchsphase (Versuchsphase A= Abschnitt vor dem Stresstest,

Versuchsphase B= Stresstest, Versuchsphase C= Abschnitt nach dem Stresstest). Abbildung 2.3 gibt das Design wieder.

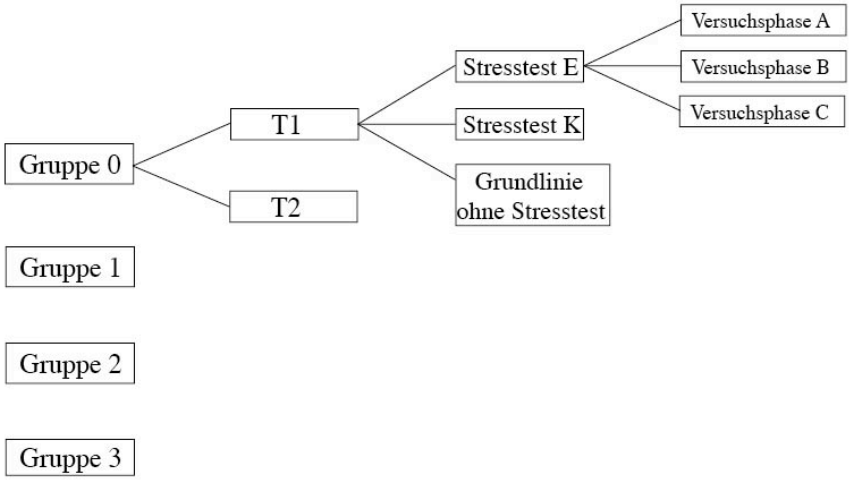


Abbildung 2.3: Experimentelles Design Blutdruck.

2.8.3 Herzrate und RMSSD

Die Herzrate und der RMSSD wird beschrieben durch ein 4*2*3*4– faktorielles Design mit dem vierstufigen Zwischensubjektfaktor Gruppe, dem zweistufigem Innersubjektfaktor Zeit (T1 und T2 Untersuchung), dem dreistufigem Innersubjektfaktor Stresstest (E= Eiswassertest, K= Kopfrechenaufgaben, Grundlinie ohne Stresstest) und dem vierstufigen Innersubjektfaktor Versuchsabschnitt (Versuchsabschnitt 1= 2.-5. Min. des Protokolls, Versuchsabschnitt 2= 5.-6. Min. des Protokolls, Versuchsabschnitt 3= Stresstest, Versuchsabschnitt 4= 10.-12. Min. des Protokolls). Abbildung 2.4 gibt das Design wieder.

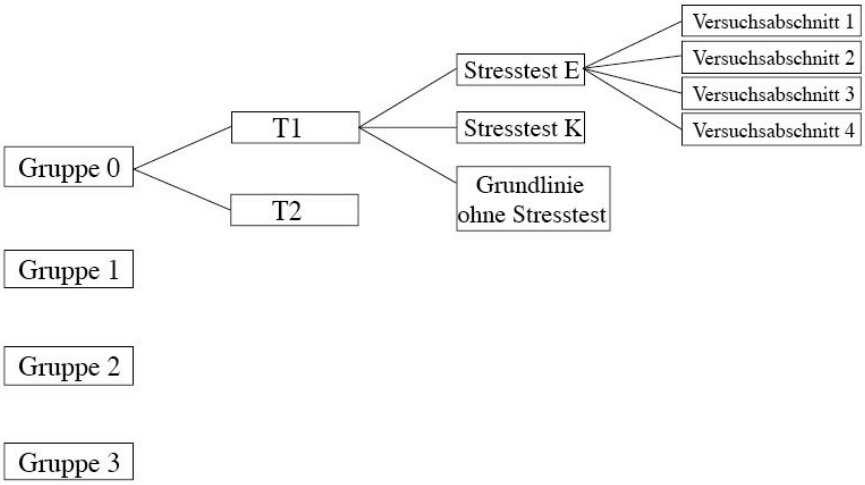


Abbildung 2.4: Experimentelles Design Herzrate und RMSSD.

2.9 Yogaintervention (Operationalisierung der unabhängigen Variablen)

Die Probanden wurden randomisiert in drei Gruppen zugeordnet. Gruppe 1 erhielt über drei Monate kostenfreien Zugang zu einer wöchentlichen Yoga-Übungsklasse über je 90 Minuten. Gruppe 2 erhielt unter denselben Rahmenbedingungen Zugang zu zwei wöchentlichen Yoga-Übungsklassen. Gruppe 3 diente als Kontrollgruppe und wurde angehalten ihre Aktivitäten unverändert fortzusetzen und auf keinen Fall Yoga oder stressreduzierende Maßnahmen in Anspruch zu nehmen. Nach Abschluss der Studie erhielten die Probanden der Kontrollgruppe kostenfrei die Möglichkeit über drei Monate ein oder mehrmals in der Woche an Yogaübungsklassen teilzunehmen.

Versäumte Stunden konnten nach Ende der Studie in einem zweiwöchigen Zeitraum nachgeholt werden. Die Anwesenheit wurde durch Listen, in denen die Probanden sich selbstständig eintrugen, mitverfolgt. Der Yogaunterricht fand im Yoga-Zentrum-Essen unter der Leitung von Arnd Eymael statt, der als zertifizierter Iyengar-Yoga Lehrer mit mehr als 15 jähriger Praxis die Probanden unterrichtete.

Bis auf einen Pflichttermin am Donnerstagabend für die Gruppe 2 hatten beide Gruppen die Möglichkeit am Yogaunterricht morgens (9.30-11.00 Uhr) oder abends (18.00-19.30/ 20.00-21.30 Uhr) teilzunehmen. In jeder Yogaeinheit wurden 75 Minuten lang Asanas geübt, die restlichen 15 Minuten wurde die Entspannungshaltung Shavasana im Liegen oder Sitzen eingenommen.

Jede Asana wurde ungefähr 20-45 Sekunden lang ausgeführt. Um die Haltungen zu verbessern wurden Iyengar-Yoga spezifische Hilfsmittel, in Form von kleinen Podesten aus Kork oder Holz, Gürtel und Unterlagen aus Decken und Rollen eingesetzt. Es wurden keine besonderen Atemtechniken geübt. Die Probanden sollten ruhig durch die Nase ein- und ausatmen. Die Tabelle 2.1 gibt die geübten Asanas wieder. Die Namen der Haltungen sind in Sanskrit wiedergegeben. Bilder der Haltungen können in dem Buch „Licht auf Yoga“ (Iyengar 2017) eingesehen werden.

Übungen im Stehen
Tadasana mit weiteren Varianten: Urdhva Hastasana und Parvatasana aus Tadasana
Vrksasana
Utthita trikonasana mit/ ohne Klotz
Utthita parsvakonasana mit Klotz
Virabhadrasana I & II
Prasarita padottanasana I mit Klötze
Uttanasana I mit/ ohne Klötze
Übungen im Sitzen
Virasana mit weiteren Varianten: Urdhva Hastasana und Parvatasana aus Virasana
Dandasana mit/ ohne Gurt und weiteren Varianten: Urdhva Hastasana und Parvatasana aus Dandasana
Sukhasana mit weiteren Varianten: Urdhva Hastasana und Parvatasana aus Sukhasana
Janu sirsasana mit Gurt
Pascimottanasana mit Gurt
Parsva upavista konasana mit Gurt
Drehübungen
Bharadvajasana auf einem Stuhl sitzend
Übungen im Liegen
Urdhva prasarita padasana mit Gurt
Adho mukha svanasana
Urdhva mukha svanasana
Umkehrhaltungen
Salamba sarvangasana mit Gurt und Platte
Salamba sarvangasana auf einem Stuhl
Setu bandha sarvangasana auf großen Rollen und Decken
Viparita karani
Rückwärtsbeugen
Ustrasana, halb ausgeführt
Viparita dandasana auf einem Stuhl

Tabelle 2.1: Namen der geübten Asanas in Sanskrit.

2.10 Versuchsanordnung

2.10.1 Versuchsapparatur

Die Vor (T1)- und Nachuntersuchung (T2) fand unter standardisierten Bedingungen in der Forschungsabteilung der Klinik für Naturheilkunde und Integrative Medizin an den Kliniken Essen-Mitte statt.

Für das Durchlesen der Probandeninformation, der Einwilligung zur Teilnahme an der Studie und zur Beantwortung des Fragebogens Cohen Perceived Stress Scale stand ein separater, ruhiger Raum neben dem Labor mit Getränken zur Verfügung.

Die physiologischen Parameter wurden liegend in einem Patientenbett mit leicht aufgestelltem Kopfteil und einer unterstützenden Knierolle aufgezeichnet. Das Untersuchungszimmer wies Indifferenztemperatur auf, bei Bedarf wurden die Probanden mit einer Decke zugedeckt. Die physiologischen Parameter in Form des EKG und des Blutdrucks wurden nicht invasiv mit dem Gerät SUEmpathy 100 der Firma Suess Medizin-Technik aufgezeichnet.

Mittels eines speziell für diese Studie geschriebenen Programms wurden jeweils drei Protokolle mit einer Einzellaufzeit von 12 Minuten erfasst. In zwei dieser Protokolle fanden die Stresstests in Form vom Eiswassertest und den Kopfrechenaufgaben statt. Das dritte Protokoll diente als Grundlinie, hier fand kein Stresstest statt.

Bei allen Protokollen wurde der Blutdruck in folgenden Zeitabständen nach Protokollbeginn vom Gerät automatisch gemessen: 0.15 Min., 2.00 Min., 3.30 Min., 5.10 Min., 6.10 Min., 7.10 Min., 8.10 Min., 10.00 Min.und 11.20 Min..

Die Probanden hatten keine Einsicht auf den Monitor, jedoch die Möglichkeit aus dem Fenster des Untersuchungszimmers auf Bäume hinaus zu sehen. Der Versuchsleiter nahm seinen Platz neben dem Bett und vor dem Monitor ein. Die Versuchsanordnung ist in der Abbildung 2.5 skizziert. Alle Probanden wurden gewogen und ihre Körpergröße gemessen. Die Probanden erhielten zur Vor- und Nachuntersuchung ein Set aus drei Speichelröhrchen (Salivette®) inklusive Anleitung zur richtigen Probenentnahme. Die Dauer der gesamten Untersuchung betrug ca. eine Stunde.

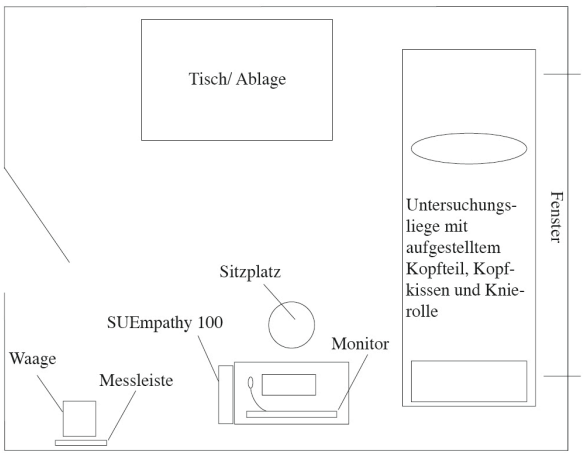


Abbildung 2.5: Versuchsanordnung.

2.10.2 Aufgabe der Versuchspersonen

Nachdem die Probanden die Probandeninformation zur Studie gelesen und gründlich durch das Studienteam aufgeklärt worden waren, sollten sie die Einwilligung zur Teilnahme an der Studie und den Frage- und Aufnahmebogen in Ruhe und mit Sorgfalt ausfüllen.
Während der EKG und Blutdruckaufzeichnung hatten sie die Aufgabe, möglichst ruhig zu liegen, um Artefakte zu vermeiden. Bei den Stresstest Protokollen waren die Augen offen zu halten, während der Grundlinie ohne Stresstest Erhebung sollten sich die Probanden möglichst entspannen und die Augen geschlossen halten.
Nach Ankündigung und Startsignal mussten die Probanden bei dem Stresstest-Kopfrechen-Protokoll zwei Minuten lang von einer vorgegebenen Zahl eine bestimmte Zahl subtrahieren. Bei dem Stresstest-Eiswasser-Protokoll wurde nach dem Startsignal die rechte Hand bis zum Handgelenk in das Eiswasser eingetaucht und diese so lange wie möglich eingetaucht gehalten. Die individuelle Verweildauer wurde vom Versuchsleiter notiert.
Nach der Eingangsuntersuchung erhielten alle Probanden ein 3er Set Speichelröhrchen (Salivette®) inklusive Anleitung. Zum Ende der Studie wurde den Teilnehmern ein neues Set ausgegeben bzw. der Kontrollgruppe per Post zugesandt. Zur Gewinnung der Speichelcortisol-Konzentration war der im Röhrchen befindliche, mit Zitronengeschmack versehende Wattebausch über die Dauer von einer Minute zu kauen. Die Probenentnahmen sollten an einem Tag um 8 Uhr, 14 Uhr und 20 Uhr zu Hause durchgeführt werden. Es war darauf zu achten, dass der Entnahmetag kein Sonntag war. Die Röhrchen wurden in der

Klinik für Naturheilkunde und Integrative Medizin abgegeben und dort bis zur Auswertung gekühlt gelagert.
Alle Probanden, die einer der beiden Yogagruppen zugewiesen worden waren, sollten nach Möglichkeit alle Termine in dem dreimonatigen Übungszeitraum wahrnehmen. Die Kontrollgruppe wurde dazu angehalten, in diesem Zeitraum ihrem gewöhnlichen Alltag nachzugehen und kein Yoga oder stressreduzierende Maßnahmen durchzuführen. Sie hatten die Gewähr nach Studienende, an dem Yogaunterricht teilzunehmen.

2.11 Versuchsdurchführung

2.11.1 Rekrutierung der Probanden

Im Auftrag der Klinik Naturheilkunde und Integrative Medizin wurde eine Annonce in einer örtlichen Wochenzeitung namens Stadtspiegel geschaltet. Der Leser wurde auf eine frühere Pilotstudie derselben Klinik aufmerksam gemacht, die positive Effekte von Iyengar-Yoga auf die schnelle Stress- und Angstreduktion bei gestressten Frauen bezeichnete. Nun suchte man für eine neue, vertiefende Studie gesunde Frauen mit erhöhter Stressbelastung mit denen die Effekte des Iyengar-Yoga auf Stressempfinden und die autonome kardiale Funktion untersucht werden sollten. Wer sich angesprochen fühlte, zwischen dem 18-50 Jahren alt war, noch nie Yoga gemacht und in dem Studienzeitraum von drei Monaten Zeit hatte konnte sich unter der angegeben Telefonnummer des Sekretariats melden.
Die Bewerberinnen wurden nach einem ersten telefonischen Kontakt zurückgerufen, um mittels vorgeordneter Checkliste weitere Einschluss- und Ausschlusskriterien zu überprüfen. Indessen wurde über das Zulosen in eine der drei Gruppen und über einen Pflichttermin, bei Zulosen in die Gruppe 2 informiert. Insgesamt wurden 36 Probanden in die Studie aufgenommen. Um kurzfristige Absagen oder Erkrankungen vor der Eingangsuntersuchung abfangen zu können, wurden vier weitere Probanden auf eine Warteliste gesetzt.

2.11.2 Versuchsablauf

Der Studienarzt erhob bei einem separaten Vortermin (T0) die Anamnese und untersuchte die Probanden, weitere Ein- und Ausschlusskriterien wurden überprüft. Erfüllten die Probanden die Einschlusskriterien wurde ein Termin in der darauffolgenden Woche zur Voruntersuchung (T1) vereinbart (s. Abb. 2.1, Seite 28).

Sowohl bei der Vor- (T1) als auch bei der Nachuntersuchung (T2) wurde immer nur ein Proband zur gleichen Zeit vom selben Versuchsleiter untersucht. Der Versuchsleiter trug einen Mitarbeiterausweis der Klinik mit seinem Namen. Die Probanden wurden von diesem entgegengenommen und begrüßt.

Beim Termin der Voruntersuchung (T1) wurde den Probanden die Probandeninformation zur Studie und die Einverständniserklärung ausgehändigt. Nachdem alle eventuellen Fragen beantwortet waren, wurde randomisiert. Nach der Gruppenzuweisung wurde den Probanden ein Aufnahmebogen und der Cohen Perceived Stress Scale ausgehändigt. Im Anschluss daran erfolgte die EKG Aufzeichnung. Die Probanden hatten genügend Zeit die Formulare durchzulesen und auszufüllen. Ihnen stand ein separater Raum mit Getränken neben dem Untersuchungszimmer zur Verfügung.

Im Untersuchungszimmer wurden die Speicheltesröhrchen mit dem Infoblatt zur Entnahme in einem Transportkuvert übergeben. Jeder Proband erhielt vom Versuchsleiter eine eindeutige Probandenidentifikation. Das Speicheltestset wurde dieser Probandenidentifikation mit einer bestimmten Nummer zugewiesen. Nachdem alle eventuellen Fragen beantwortet waren, wurde der Proband ohne Schuhe gewogen und seine Körpergröße gemessen. Um die Probanden an das Messgerät anschließen zu können, wurden sie aufgefordert ihren Oberkörper bis auf den BH frei zu machen, die Schuhe auszuziehen und auf dem Untersuchungsbett Platz zu nehmen.

Die selbstklebenden Pads für die Befestigung der 3-Kanal-EKG-Elektroden wurden angebracht und mit dem EKG-Gerät verbunden. Die Messsonde des Atemgurtes wurde auf Höhe des Solar Plexus angebracht, die Blutdruckmanschette an dem linken Oberarm. Hierbei wurde darauf geachtet, dass beide nicht zu eng anlagen, um den Komfort nicht zu beeinträchtigen. Während des Anbringens des EKG im Sitzen wurden die Geräte und der Ablauf der Untersuchung erklärt. Dann sollte sich der Proband auf das Untersuchungsbett legen und es sich bequem machen. Das Kopfteil war leicht aufgestellt und mit einem kleinen Kopfkissen bestückt. Alle Probanden bekamen unterstützend eine Knierolle und wurden bei Bedarf mit einer Decke zugedeckt. Nach dem Anschließen des EKG ruhten die

Probanden ohne Aufzeichnung für fünf Minuten. Während dieser Zeit wurde vom Versuchsleiter die Probandenidentifikation in das entsprechende Protokoll des Gerätes SUEmpathy 100 eingegeben.

Pro Proband wurden jeweils drei Protokolle mit einer Einzellaufzeit von 12 Minuten erfasst. In zwei dieser Protokolle fanden die Stresstests in Form vom Eiswassertest und den Kopfrechenaufgaben statt. Das dritte Protokoll zeichnete die Grundlinie ohne Stresstest auf. Während der drei Protokolle wurde der Blutdruck in folgenden Zeitabständen nach Protokollbeginn vom Gerät automatisch gemessen: 0.15 Min., 2.00 Min., 3.30 Min., 5.10 Min., 6.10 Min., 7.10 Min., 8.10 Min., 10.00 Min. und 11.20 Min.. Zusätzlich zeichnete das Gerät die Atemkurven mit auf.

Die Stresstests wechselten sich in der Reihenfolge bei der Vor- und Nachuntersuchung derselben Versuchsperson ab. Sie wurden jeweils in der fünften Minute des laufenden Protokolls vom Versuchsleiter angekündigt. Die Interventionen begannen ab der sechsten Minute. Kopfrechenaufgaben waren für die Dauer von zwei Minuten zu lösen, bei dem Eiswassertest wurde eine Hand individuell lang in einen Behälter mit Eiswasser getaucht.

Bei dem Kopfrechentest der Voruntersuchung mussten nach Ankündigung alle Probanden beginnend von der Zahl 684, zwei Minuten lang stetig sieben subtrahieren. Um einen Übungseffekt auszuschließen, wurde bei der Nachuntersuchung der Kopfrechentest verändert: Von der Zahl 517 an beginnend wurde jeweils die Zahl 13 subtrahiert. Die Zahlen wurden von der Studienleitung festgesetzt.

Der Versuchsleiter korrigierte währenddessen falsche Ergebnisse und bestätigte richtige, langsame Probanden wurden angetrieben. Das Ende der zwei Minuten wurde per Stoppsignal den Probanden mitgeteilt. Danach sollten sie weiterhin ruhig liegen bleiben. Unruhige Probanden wurden während des Rechnens mehrmals angehalten, ruhig liegen zu bleiben, um Artefakte durch Bewegung der Arme bei der Aufzeichnung zu vermeiden.

Beim Eiswassertest wurde nach der Ankündigung der Behälter mit dem darin enthaltenen Eiswasser aus praktischen Gründen rechts neben dem Probanden platziert. Ein Handtuch wurde unter dem Eiswasserbehälter und ein weiteres auf den Bauch des Probanden platziert. Nach Ankündigung und ab der sechsten Minute tauchte der Proband die rechte Hand bis zum Handgelenk ins Eiswasser und hielt diese, so lange ihm das möglich war eingetaucht. Der Versuchsleiter achtete darauf, dass die Hand bis zum Handgelenk mit Eiswasser bedeckt war und das alle Finger ausgestreckt wurden. Gleichzeitig wurde der Proband hingewiesen, dass kein Wettkampf stattfände und die Hand nur so lange im Eiswasser gehalten werden sollte, bis die persönliche Schmerzgrenze erreicht war.

Diese Zeit wurde vom Versuchsleiter mit einer Stoppuhr gemessen und notiert. Nachdem die Hand heraus genommen worden war, sollte sie auf das Handtuch auf dem Bauch abgelegt werden. Der Proband sollte ruhig liegen bleiben. Währenddessen wurde der Eiswasserbehälter weggestellt und die Hand des Probanden, um Artefakte zu vermeiden, vom Versuchsleiter abgetrocknet. Die Null Grad Celsius Wassertemperatur für den Eiswassertest wurde durch die im Wasser schwimmenden Eiswürfel heruntergekühlt und aufrechterhalten. Der Inhalt der Schale wurde nach jedem Probanden erneuert.
Die meisten Probanden hielten in diesen Protokollen bis auf die Interventionen die Augen geschlossen. Einige hielten aber auch bei den Kopfrechenaufgaben und/ oder bei dem Eiswassertest die Augen geschlossen. Bei dem dritten Protokoll, der Grundlinienerfassung ohne Stresstest sollten die Augen jedoch durchgehend geschlossen gehalten werden und der Proband sich möglichst entspannen. Nach Aufzeichnung der Grundlinie, wurde der Proband durch den Versuchsleiter vom EKG abgekabelt und durfte sich wieder ankleiden.
Zum Ende der Untersuchung wurde allen Probanden ein Informationsblatt über das Yogaüben im Kurs und ein Flyer des Yoga-Zentrum-Essen übergeben, aus dem die Zeiten der Yogakurse, Anschrift und Kontaktdaten hervorgingen. Die Probanden der Warte-/ Kontrollgruppe erhielten ein Teilnehmerkärtchen, welches ihnen die Gewähr gab, nach Studienende an Yogakursen teilnehmen zu können. Darüberhinaus wurden allen Probanden mit der Zusicherung der Ansprechbarkeit bei Problemen die Kontaktdaten des Versuchsteams ausgehändigt. Danach verabschiedete sich der Versuchsleiter von dem Probanden.

2.11.3 Aufgabe des Versuchsleiters

Die Aufgabe des Versuchsleiters bestand darin, den Probanden über den Ablauf des Experimentes aufzuklären, ihn für die Ableitung der elektrophysiologischen Daten entsprechend der oben beschriebenen Prozedur vorzubereiten, ihm seine Aufgabenstellungen für die Stresstests und der Grundlinienerhebung zu nennen, ihn während des Experimentes zu überwachen und beruhigend zu begleiten. Des Weiteren musste er die Technik auf ihre Funktionstüchtigkeit hin überprüfen und darauf achten, dass alle Parameter korrekt aufgezeichnet wurden. Hinzu kam das Austeilen und Einsammeln der Probanden-Information zur Studie, der Einverständniserklärungen, des Aufnahme-

bogens, des Cohen Perceived Stress Scale, der Speicheltestrährchen und die Kontrolle über die Teilnahme an den Yogakursen.

2.11.4 Instruktionen

Folgende Instruktionen wurden vom Versuchsleiter während der drei Protokolle gegeben: Die Probanden sollten ruhig liegen bleiben und bis auf den Kopfrechentest nicht sprechen. Die Augen sollten sie, bis auf die Erhebung der Grundlinie ohne Stresstest, offen halten. Sie sollten nicht erschrecken, wenn die Manschette des Blutdruckmessgerätes sich automatisch und geräuschvoll aufpumpt.
In der fünften Minute des Kopfrechen-Stresstest-Protokolls wurde angekündigt, dass in einer Minute der Kopfrechentest beginnt. Gestartet wurde bei der Voruntersuchung mit dem Zuruf "Sie subtrahieren von der Zahl 684 immer die Zahl sieben und los!". Richtige Ergebnisse wurden bestätigt und falsche korrigiert. Langsam rechnende Probanden wurden durch die Worte "weiter, schneller, nicht so lange überlegen" angetrieben. Das Ende der zwei Minuten wurde durch den Zuruf "Stopp, Sie können sich jetzt wieder entspannen" beendet. Zur Nachuntersuchung wurde der Test dahin gehend verändert, dass die Probanden von der Zahl 517 an beginnend immer die Zahl 13 subtrahieren mussten.
Der Eiswassertest wurde nach dem gleichen Schema in der fünften Minute angekündigt. In der sechsten Minute lautete die Instruktion, die rechte Hand mit ausgestreckten Fingern bis zum Handgelenk einzutauchen und so lange wie möglich eingetaucht zu lassen. Die Probanden wurden daran erinnert, dass kein Wettkampf stattfindet und die Hand nur so lange, wie die Schmerzen auszuhalten waren, eingetaucht zu lassen. In diesem Fall wurde niemals ermuntert.
Vor dem Start der dritten Erhebung wurden die Probanden angeleitet, dass als nächstes die Grundlinie ohne Stresstest aufgezeichnet wird, Sie ganz ruhig liegen bleiben, die Augen geschlossen halten und sich etwas Angenehmes vorstellen sollten, um sich zu entspannen.

2.11.5 Rahmenbedingungen

Die Voruntersuchungen fanden im Mai, die Nachuntersuchung im August/ September 2006 statt. Jede Untersuchung dauerte ungefähr eine Stunde lang. Pro Werktag wurden vier

Probanden im Zeitraum von 8.00-14.00 Uhr untersucht. Zwischen den beiden Untersuchungen mussten die Probanden Ihre Yogakurse absolvieren, bzw. die Warte-/ Kontrollgruppe Ihrem gewöhnlichen Alltag nachgehen. Erwähnenswert ist, dass der Studienzeitraum in sehr warmen Sommermonaten stattfand.

2.11.6 Kontrolle der Störvariablen

Um Standardbedingungen für jeden Probanden zu gewährleisten, wurde darauf geachtet, dass die Zeiten der Vor- und Nachuntersuchung in den gleichen Tagesstunden stattfanden und die vereinbarten Termine eingehalten wurden. Zeitgleich wurde immer nur ein Proband untersucht. Nachdem der Versuchsablauf mit den Aufgaben bei den Protokollen erklärt und offene Fragen beantwortet waren, wurde der Proband an das Untersuchungsgerät angeschlossen. Danach herrschte im Untersuchungszimmer Stille. Bis auf die erwähnten Ansagen bei den Interventionen und dem Kopfrechenstresstest wurde während der Aufzeichnung aller drei Protokolle nicht gesprochen.
Damit das Eiswasser seine Temperatur aufrecht halten konnte, wurde es nach jedem Probanden erneuert und das Untersuchungszimmer nach jeder Untersuchung gelüftet. Der Versuchsleiter war während des ganzen Umgangs mit den Probanden um gleichbleibende Ruhe, Aufmerksamkeit und Freundlichkeit bemüht. Um Effekte eines weißen Kittels auszuschließen wurde auf diesen komplett verzichtet.

3. Ergebnisse

Von den 178 Bewerberinnen, die sich auf die Annonce gemeldet hatten, wurden 36 in die Studie eingeschlossen und randomisiert. Von der Warteliste, die angelegt war, um kurzfristige Absagen vor der Eingangsuntersuchung abfangen zu können, musste kein Gebrauch gemacht werden, siehe Studien Flow Chart Abb. 3.1. Die Vor- (T1) und Nachuntersuchungen (T2) fanden im Mai und September 2006 statt, das Iyengar-Yoga-Treatment in den Monaten dazwischen.

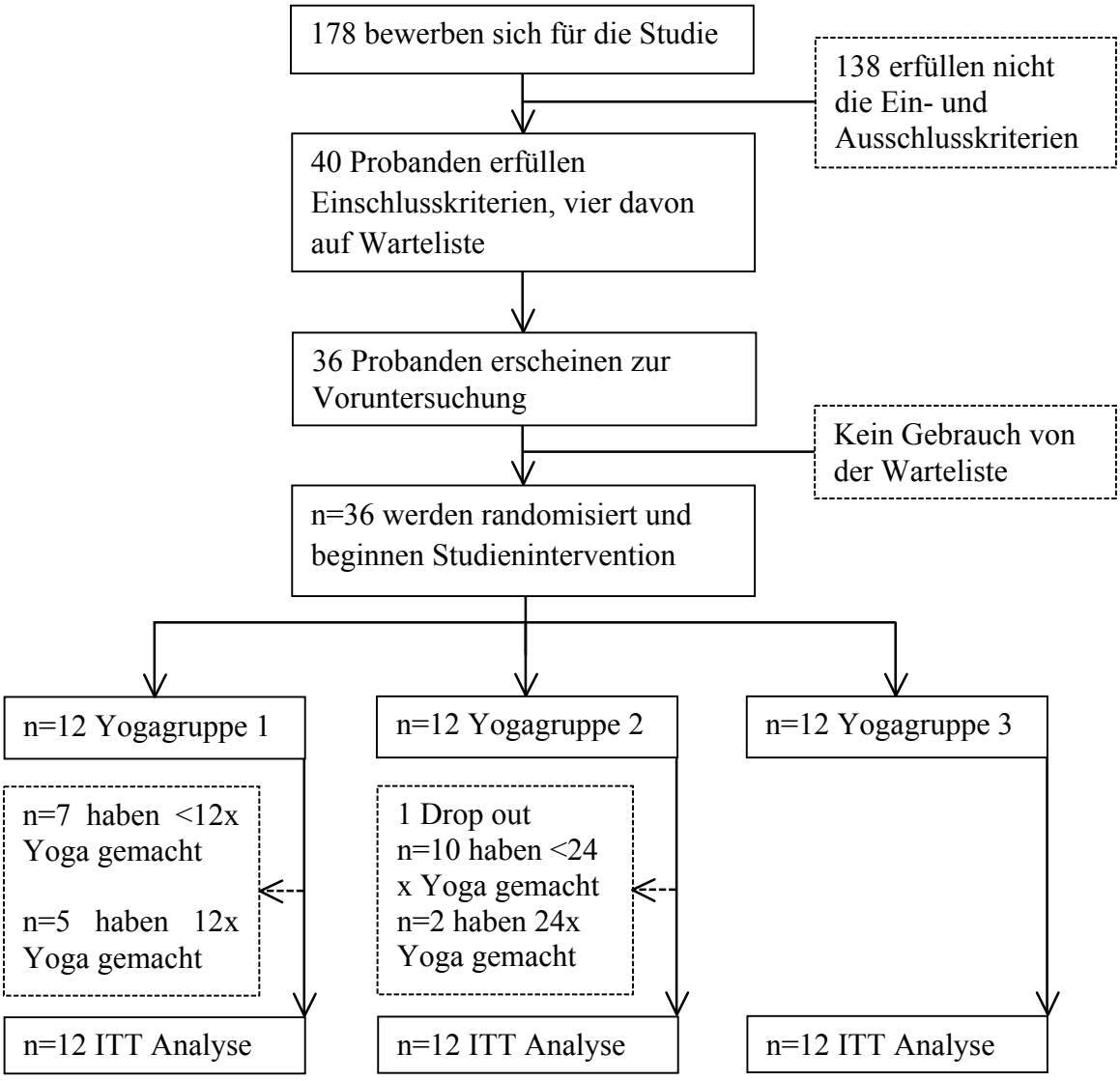


Abbildung 3.1: Studien Flow Chart.

Demzufolge durchliefen 35 Probanden das Studienprotokoll gerecht. Somit haben 97,22% die Studie planmäßig, jedoch mit niedrigen Teilnahmen an den Interventionen beendet.

3.1 Stichprobenbeschreibung

Aufgrund der mittelmäßigen Compliance, ersichtlich in Tabelle 3.2 (s. Seite 49) wurden für die Auswertung die Gruppen neu nach der Anzahl der Teilnahmen an den Yogaeinheiten in folgende Gruppen eingeteilt und ausgewertet:

- Gruppe 0= kein Yoga entspricht der Warte/ Kontrollgruppe mit n=12.
- Gruppe 1= wenig Yoga mit 1-6 Teilnahmen an den Yogaeinheiten mit n=7.
- Gruppe 2= mittel Yoga mit 7-12 Teilnahmen an den Yogaeinheiten mit n=10.
- Gruppe 3= viel Yoga mit 19-24 Teilnahmen an den Yogaeinheiten mit n=7.

Es ist zu beachten, dass keine Teilnahmen an der 13. bis 18. Yogaeinheit verzeichnet wurden. Tabelle 3.1 gibt die Stichprobenbeschreibung unter Angabe von Mittelwerten und Standardabweichungen dieser Gruppen wieder.

Laut Consort Statement wird bei den Baseline-Werten kein p-Wert zwischen den Gruppen berechnet, weil per Definition die Unterschiede zwischen den Gruppen zufällig sind. (http://www.consort-statement.org/checklists/view/32--consort-2010/510-baseline-data).

Eigenschaften	Yoga Gruppe 1 (n=12)	Yoga Gruppe 2 (n=12)	Yoga Gruppe 3 (n=12)	Yoga Gruppe 0 (n=12)
Durchschnittsalter, Lj.	38.7 ± 6.3	40.2 ± 9.2	39.7 ± 10.3	36.9 ± 9.6
Gewicht, kg	77.7 ± 15.4	75.3 ± 16.2	68.9 ± 12.5	69.0 ± 14.9
BMI (kg/m^2)	27.7 ± 4.8	26.0 ± 4.3	25.2 ± 4.9	24.0 ± 4.9
Raucher, n (%)	28.6	20.0	28.6	41.7
Sport treiben, n (%)	28.6	60.0	42.9	66.7
Zeit Sport [min/ Woche]	32.1 ± 55.1	59.0 ± 62.3	48.4 ± 63.2	140.4 ± 187.0
Entspannungsverfahren, n (%)	0.0	0.0	8.3	0.0
Entspannungsverfahren [min/ Woche]	0.0	0.0	40.0 ± 105.8	0.0
CPSS Summenscore	39.4 ± 3.6	32.0 ± 7.9	35.9 ± 5.9	30.8 ± 5.7

Tabelle 3.1: Stichprobenbeschreibung.

Zum Zeitpunkt der Voruntersuchung sind die Probanden der Gruppe 0 und der Gruppe 2 die sportlichsten. Insgesamt wurden Sportarten wie Nordic Walking, Walking, Schwimmen, Aquajogging, Skaten, Spinning, Basketball und Taekwondo angegeben. Zum Teil wurden diese kombiniert ausgeführt. Ein Großteil der Stichprobe gab an, Sport zu treiben, machte allerdings keine Angabe über die Art. Ein Proband praktizierte neben dem

Sport Entspannungsverfahren in Form von Meditation. In der Gruppe 2 ist die Anzahl der Raucher am niedrigsten.

3.2 Adhärenz und Compliance

Die Teilnahme am Yogaunterricht war innerhalb der ursprünglichen Gruppeneinteilung mittelmäßig. Für die Adhärenz und Compliance wurden unterschiedliche Gründe angegeben, die nicht in Zusammenhang mit der Iyengar-Yogaintervention gestellt wurden. Auf diese wird in der Diskussion ausführlich eingegangen. Tabelle 3.2 gibt die Adhärenz und Compliance innerhalb der ursprünglichen Gruppeneinteilung wieder.

	Teilnehmer n	**Teilnehmer %**	**Yogaeinheiten IST**	**Treatment %**
	5	41,67	12	100,00
Gruppe 1	2	16,67	10	83,33
n=12	1	8,33	9	75,00
1x Yoga/ Woche	1	8,33	7	58,33
Kein Dropout	1	8,33	4	33,33
	2	16,67	2	16,67
	2	16,67	24	100,00
	2	16,67	23	95,83
	1	8,33	22	91,67
Gruppe 2	1	8,33	20	83,33
n=12	1	8,33	19	79,17
2x Yoga/ Woche	1	8,33	11	45,83
1 Dropout	1	8,33	10	41,67
	1	8,33	4	16,67
	1	8,33	2	8,33
	1	8,33	1	4,17

Tabelle 3.2: Adhärenz und Compliance innerhalb der ursprünglichen Gruppeneinteilung.

Dementsprechend haben in der Gruppe 1 mehr als die Hälfte, 58% der Probanden 80% des angebotenen Yogaunterrichts, 17% der Probanden zwischen 40-80% des Yogaunterrichts und 25 % der Probanden unter 40% des Yogaunterrichts wahrgenommen. In der Gruppe 2 haben 50% der Probanden 80% des angebotenen Yogaunterrichts, 25% der Probanden zwischen 40-80% und 25% der Probanden unter 40% des angebotenen Yogaunterrichts

wahrgenommen. Es wurde ein Drop out ohne Angabe von Gründen in der Gruppe 2 verzeichnet.

Tabelle 3.3 gibt die Adhärenz innerhalb der "neuen" Gruppeneinteilung wieder, die nach absolvierten Yogaeinheiten implementiert wurde. In dieser Tabelle ist ersichtlich, wieviele Yogaeinheiten von den Probanden in den ursprünglichen Gruppen ausgeführt wurden.

	"Neue" Gruppeneinteilung nach Anzahl absolvierter Yogaeinheiten									
	Gruppe 0		**Gruppe 1**		**Gruppe 2**		**Gruppe 3**			
	Kein Yoga		1-6 x Yoga		7-12 x Yoga		19-24 x Yoga		**Gesamt**	
	Anzahl n	%	Anzahl n	%	Anzahl n	%	Anzahl n	%	Anzahl n	%
Urspr. Gruppe										
Kontroll-Gruppe	12	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	12	100,0
Gruppe 1 (12 x Yoga)	0	0,0	4	33,3	8	66,7	0	0,0	12	100,0
Gruppe 2 (24 x Yoga)	0	0,0	3	25,0	2	16,7	7	58,3	12	100,0
Gesamt	12	33,3	7	19,4	10	27,8	7	19,4	36	100,0

Tabelle 3.3: Adhärenz und Compliance innerhalb der neuen Gruppeneinteilung.

3.3 Ergebnisse der primären und sekundären Zielparameter

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Untersuchung als Mittelwert und Standardabweichung vorgestellt. Es wird darauf hingewiesen, dass nur die relevanten Ergebnisse erläutert werden.

3.3.1 Cohen Perceived Stress Scale Summenscore

Abbildung 3.2 zeigt den Summenscore des Cohen Perceived Stress Scale vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment, der sich im Mittel in allen Gruppen, außer in der Kontrollgruppe, verringert. In der Gruppe 1 beträgt der Summencore zu Beginn 39,4 Punkte. Zum Studienende nimmt dieser um 8,2 auf 31,5 Summenpunkte ab. In der Gruppe 2 ist eine Abnahme um 7,2 Punkte, von 32,0 auf 24,8 Summenpunkte zu

erkennen. In der Gruppe 3 reduziert sich der Summenscore um 6,3 Punkte, von 35,9 auf 29,6. Der Summenscore in der Kontrollgruppe bleibt relativ konstant. Es ist lediglich eine Senkung um 0,6 von 30,8 Summenpunkten zu Studienbeginn auf 30,3 zum Studienende hin verzeichnet worden. Im Vergleich der Gruppen 1, 2 und 3 zur Kontrollgruppe nimmt der Cohen Perceived Stress Scale Summenscore in der Gruppe 1 um 1,8 Punkte (95% CI (-9.5; 6.0); p= 0.953), in der Gruppe 2 um 5,9 Punkte (95% CI (-11.8; 0.1); p= 0.160) und in der Gruppe 3 um 2,5 Punkte ab (95% CI (-9.4; 4.4); p= 0.953).

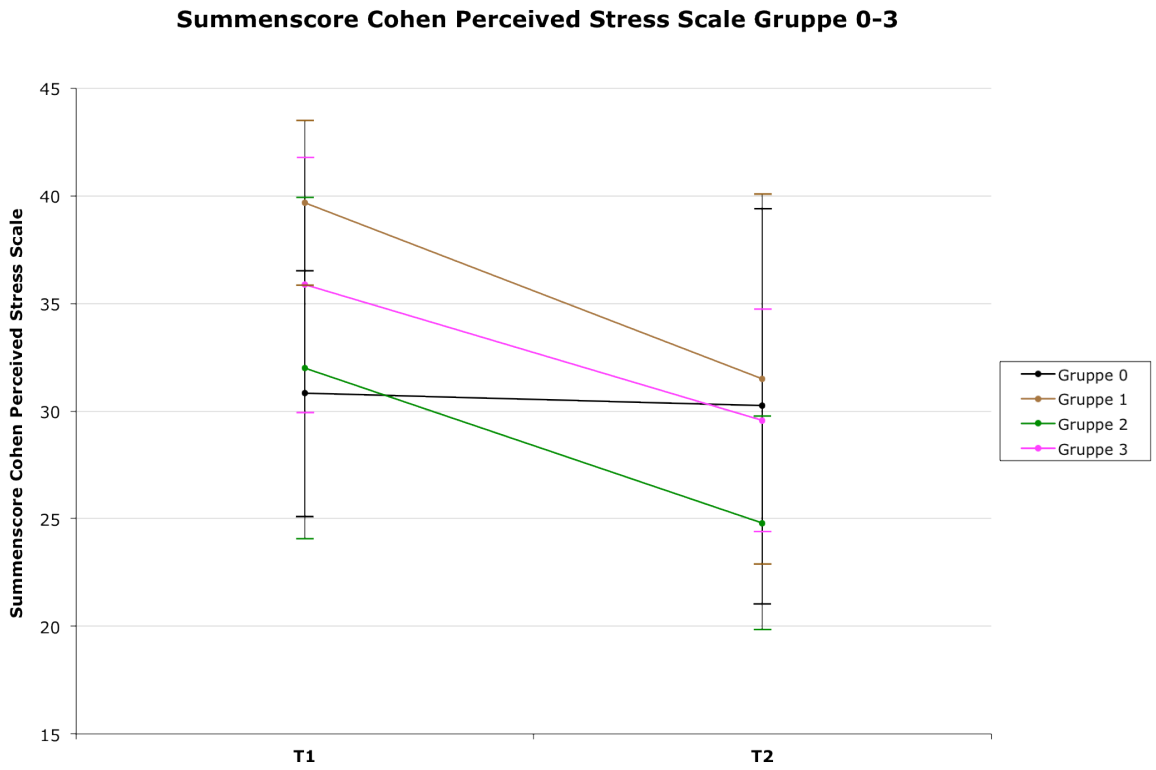


Abbildung 3.2: Cohen Perceived Stress Scale Summenscore aller Gruppen vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment.

Tabelle 3.4 gibt die Ergebnisse einer 4*2- faktoriellen ANOVA mit Messwiederholung des Cohen Perceived Stress Scale Summenscore wieder. Zur Aufklärung der Interaktion präpost*, präpost x Gruppe* und Gruppe* werden im Folgenden T1 und T2 innerhalb der Gruppe und Gruppenunterschiede analysiert.

Faktor	F- Wert	P- Wert	ε
präpost	F(1,31)=15.528	≤ 0.0005	
präpost x Gruppe	F(3,31)=1.826	0.163	
Gruppe	F(3,31)=2.358	0.091	

Tabelle 3.4: ANOVA mit Messwiederholung des Cohen Perceived Stress Scale Summenscore mit den Innergruppenfaktoren prä und post und den Zwischengruppenfaktoren prä und post.

Es zeigte sich in der varianzanalytischen Auswertung ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor präpost*. Für den Faktor Gruppe zeigten sich keine signifikanten Haupteffekte.
Der deskriptive Gruppenunterschied lässt sich in der varianzanalytischen Auswertung nicht bestätigen, lediglich der Zeiteffekt durch den generellen Abfall des Cohen Perceived Stress Scale Summenscore von T1 nach T2 lässt sich statistisch absichern.

3.3.2 Speichelcortisol-Konzentration

In der Abbildung 3.3 ist der physiologische Verlauf der Speichelcortisol-Konzentration im Tagesverlauf mit dem morgendlichen Peak zu erkennen. Werden die Veränderung von T1 und T2 um 8 Uhr innerhalb der Gruppen gegenübergestellt, so nimmt diese in der Gruppe 1 um 0,4 ng/ml, in der Gruppe 2 um 0,9 ng/ml und in der Gruppe 3 um 1,5 ng/ml ab. Die Abnahme in der Kontrollgruppe beträgt 1,0 ng/ml. Die Probenentnahme um 14 Uhr zeigt in der Gruppe 1 keine Veränderung im T1 und T2 Vergleich. In der Gruppe 2 zeigt sich eine Abnahme um 0,4 ng/ml und in der Gruppe 3 und der Kontrollgruppe jeweils um 0,2 ng/ml.

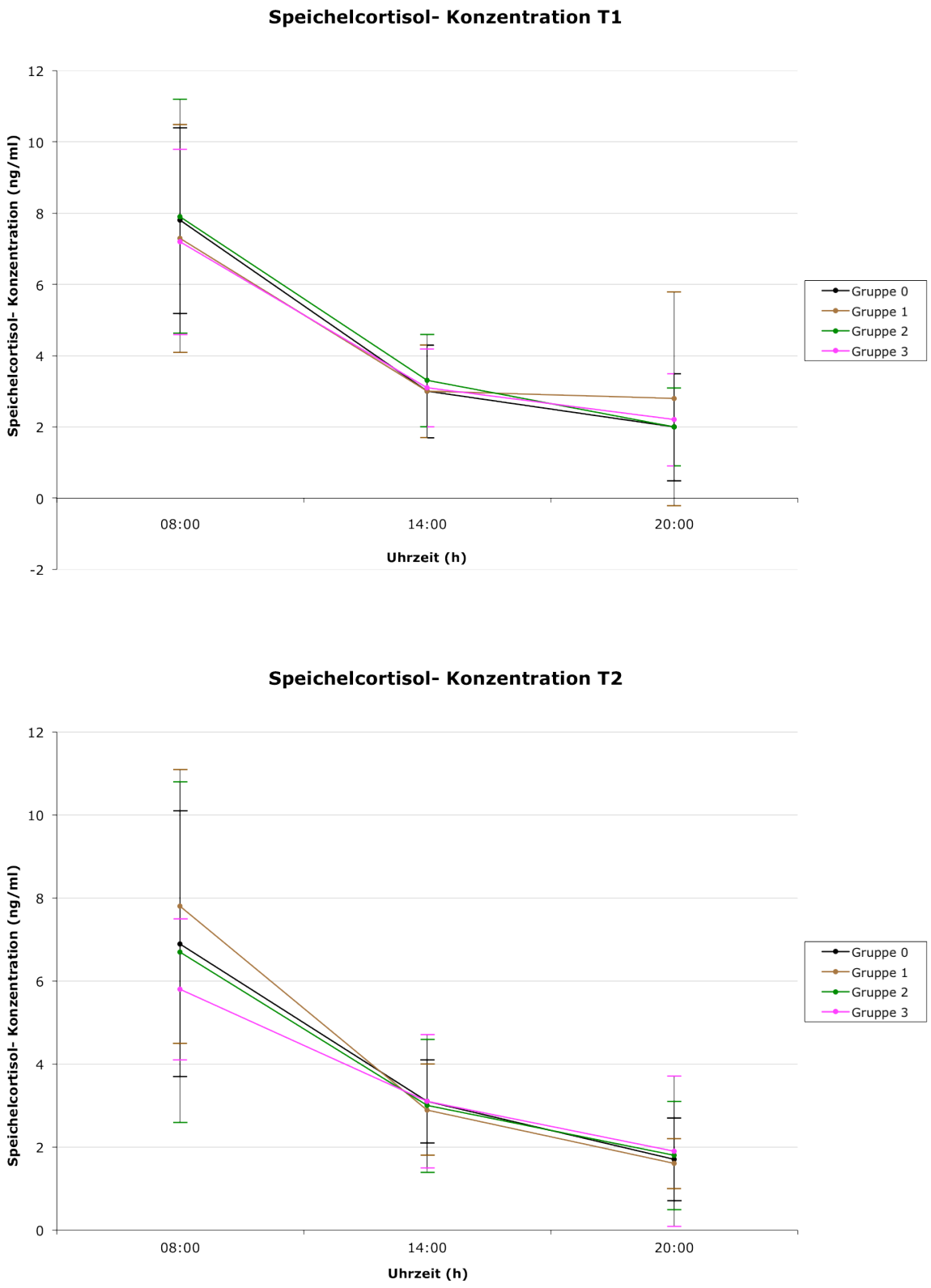


Abbildung 3.3: Speichelcortisol-Konzentration im Tagesverlauf aller Gruppen vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment.

Im T1 und T2 Vergleich ist bei der Probenentnahme um 20 Uhr in der Gruppe 1 eine Abnahme der Speichelcortisol-Konzentration um 1,4 ng/ml, in der Gruppe 2 eine Abnahme um 0,3 ng/ml und in der Kontrollgruppe eine Abnahme um 0,2 ng/ml zu beobachten. In der Gruppe 3 sind keine Veränderungen verzeichnet worden.

Tabelle 3.5 gibt die Ergebnisse einer 4*2- faktoriellen ANOVA mit Messwiederholung der Speichelcortisol-Konzentration wieder. Zur Aufklärung der Interaktion präpost*, präpost x Gruppe* und Gruppe* wurden im Folgenden T1 und T2 innerhalb der Gruppe und Gruppenunterschiede analysiert.

Faktor	F- Wert	P- Wert	ε
präpost	F(1,29)=3.009	0.093	
präpost x Gruppe	F(3,29)=2.225	0.106	
Verlauf (8, 14, 20 Uhr)	F(2,58)=105.532	≤ 0.0005	0.738
Verlauf x Gruppe	F(6,58)=0.765	0.6	
präpost x Verlauf	F(2,58)=1.103	0.339	0.816
präpost x Verlauf x Gruppe	F(6,58)=2.016	0.78	
Gruppe	F(3,29)=0.849	0.478	

Tabelle 3.5: ANOVA mit Messwiederholung der Speichelcortisol-Konzentration mit dem Innergruppenfaktoren prä und post und dem Zwischengruppenfaktoren Gruppe.

In der varianzanalytischen Auswertung der Speichelcortisol-Konzentration ergab sich kein signifikanter Effekt weder für den Faktor Gruppe, noch für den Faktor präpost. Der zirkadiane Rhythmus der Speichelcortisol-Konzentration wird im Faktor Verlauf (8 Uhr, 14 Uhr, 20 Uhr) hochsignifikant bestätigt. Im Vergleich der Gruppen 1 bis 3 gegen die Kontrollgruppe konnte kein Effekt von Iyengar-Yoga auf die Speichelcortisol-Konzentration dargestellt werden.

3.3.3 Eiswasserdauer

Die Abbildung 3.4 gibt die Eiswasserdauer für alle Gruppen wieder. Hierbei wurde die Verweildauer der Hand im Eiswasser in Sekunden gemessen.

In allen Gruppen verkürzt sich die Eiswasserdauer zur Nachuntersuchung (T2). In der Gruppe 1 um 11 Sekunden, in der Gruppe 2 um 9 Sekunden und innerhalb der Gruppe 3 und der Kontrollgruppe jeweils um 3 Sekunden.

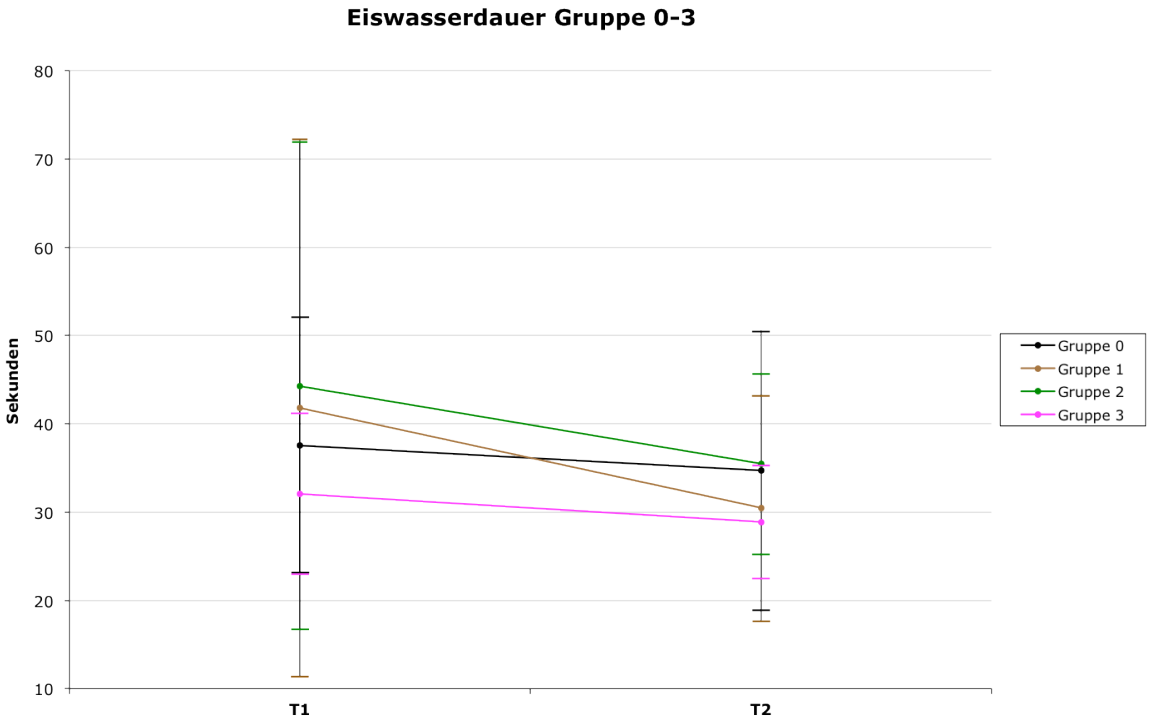


Abbildung 3.4: Eiswasserdauer aller Gruppen vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment.

Tabelle 3.6 gibt die Ergebnisse einer 4*2- faktoriellen ANOVA mit Messwiederholung der Eiswasserdauer wieder. Zur Aufklärung der Interaktion präpost*, präpost x Gruppe* und Gruppe* werden im Folgenden T1 und T2 innerhalb der Gruppe und die Gruppenunterschiede analysiert.

Faktor	F- Wert	P- Wert	ε
präpost	F(1,29)=4.029	0.054	
präpost x Gruppe	F(3,29)=0.399	0.754	
Gruppe	F(3,29)=0.512	0.677	

Tabelle 3.6: ANOVA mit Messwiederholung der Eiswasserdauer mit den Innergruppenfaktoren prä und post und den Zwischengruppenfaktoren Gruppe.

Es zeigte sich in der varianzanalytischen Auswertung für die Verweildauer der Hand im Eiswasser ein Trend für den Faktor präpost. Für den Faktor Gruppe konnten keine signifikanten Haupteffekte aufgezeigt werden.

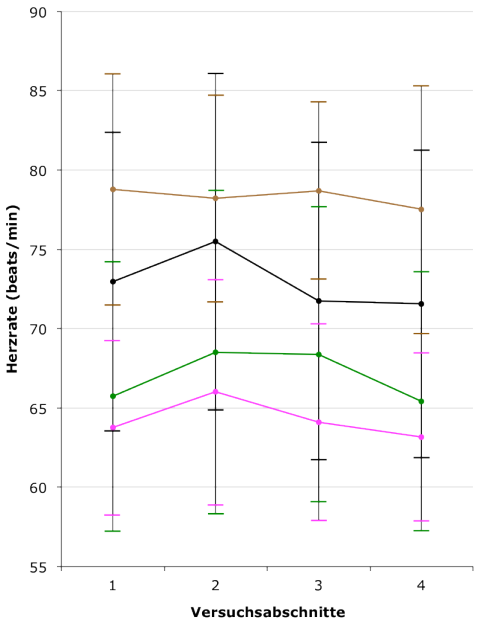
3.3.4 Herzrate

Abbildung 3.5 zeigt die Herzratenverläufe der Gruppen vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment unter den Bedingungen Stresstest und Grundlinie ohne Stresstest. Dabei entspricht der Versuchsabschnitt 1 der 2.-5. Min. des Protokolls, der Versuchsabschnitt 2 der 5.-6. Min. des Protokolls mit Ankündigung des Stresstest, der Versuchsabschnitt 3 dem Stresstest und der Versuchsabschnitt 4 der 10.-12. Min. des Protokolls.

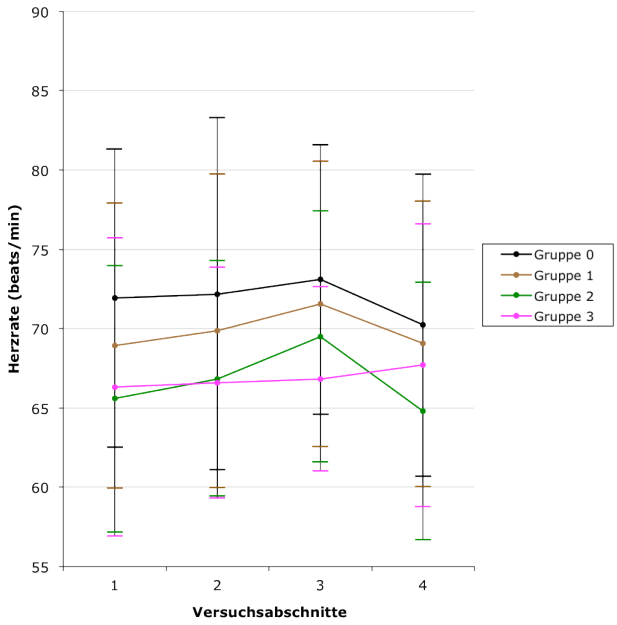
Die Herzraten sind mit einigen Ausnahmen in den Gruppen unter allen Bedingungen in T1 höher als in T2. In der Nachuntersuchung nähern sie sich in den Bedingungen Eiswasser und Kopfrechen an. Trotz Abnahme der Herzraten in der T2 Grundlinie ohne Stresstest Untersuchung sind diese in allen Gruppen weiterhin erhöht.

In den Darstellungen für die Stresstests Eiswasser und Kopfrechnen sind sowohl in T1 als auch in T2 zwei Peaks innerhalb der Verläufe bei nahezu allen Gruppen zu sehen. Der erste Peak befindet sich im 2. Versuchsabschnitt des Protokolls. Hier wurde der jeweilige Stresstest angekündigt. In der sechsten Minute, welches dem dritten Versuchsabschnitt der Darstellungen mit dem zweiten Peak entspricht, begannen die Stresstests. Hohe Herzraten bedeuten höhere starke und niedrige Herzraten niedrigere starke kardiovaskuläre Reaktion auf den jeweiligen Stresstest.

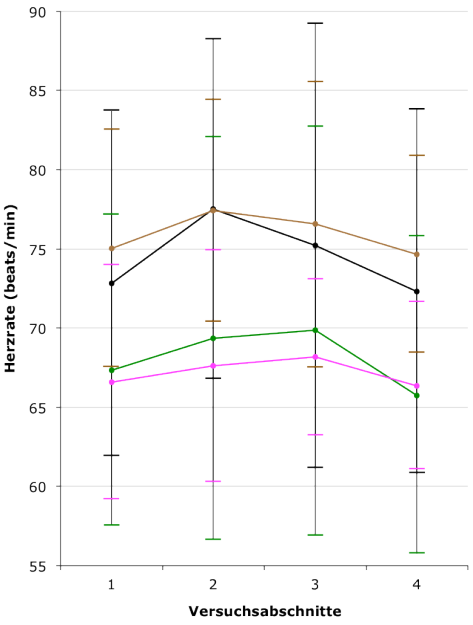
Herzrate Eiswasser Gruppe 0-3 T1



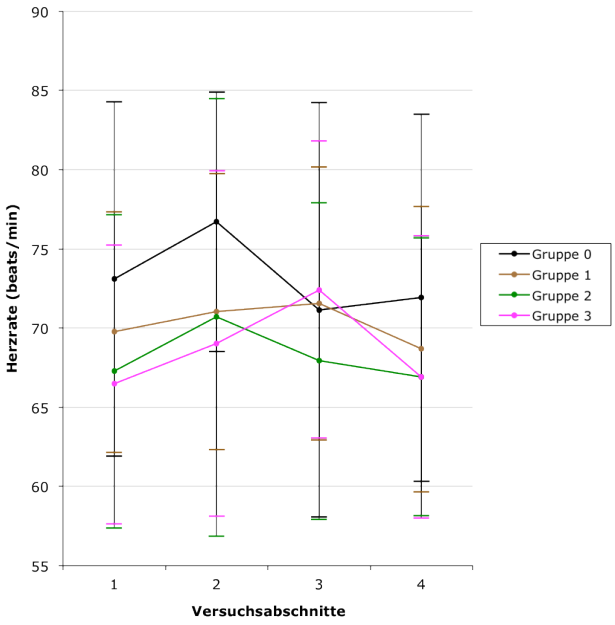
Herzrate Eiswasser Gruppe 0-3 T2



Herzrate Kopfrechnen Gruppe 0-3 T1



Herzrate Kopfrechnen Gruppe 0-3 T2



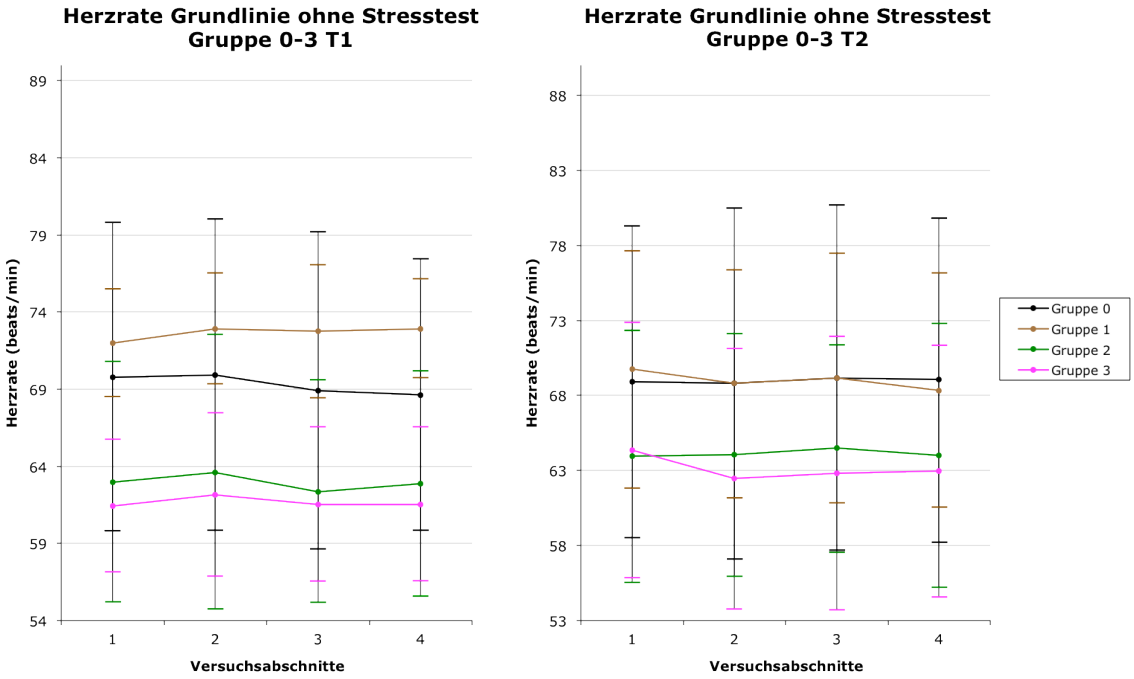


Abbildung 3.5: Herzrateverläufe aller Gruppen vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment für die Bedingungen Eiswasser, Kopfrechnen und Grundlinie ohne Stresstest.

Die Antizipationsphase erhöht die Herzraten stärker als der eigentliche Stresstest. Weiterhin ist an den höheren Herzraten unter der Kopfrechenbedingung zu erkennen, dass der kognitive Stressor die Probanden viel mehr zu stressen scheint als der Eiswassertest. Unter allen Bedingungen, bei der Vor- als auch bei der Nachuntersuchung, sind die Herzraten von Gruppe 0 und 1 im Verhältnis zu den anderen Gruppen erhöht. Selbst bei Erhebung der Grundlinie ohne Stresstest sind die Herzraten im Mittel in diesen beiden Gruppen höher als in der Gruppe 2 und 3.

Tabelle 3.7 gibt die Ergebnisse einer 4*2*3*4- faktoriellen ANOVA mit Messwiederholung für die Herzraten wieder. Zur Aufklärung der verschiedenen Interaktionen werden im Folgenden T1 und T2 innerhalb der Gruppe und die Gruppenunterschiede analysiert.

Faktor	F- Wert	P- Wert	ε
präpost	F(1,30)=0.726	0.401	
präpost x Gruppe	F(3,30)=1.270	0.302	
Bedingung (Bed.)	F(2,60)=33.572	≤ 0.0005	
Bed. x Gruppe	F(6,60)=0.982	0.446	
Zeit	F(3,90)=15.451	≤ 0.0005	0.825
Zeit x Gruppe	F(9,90)=1.020	0.43	
präpost x Bed.	F(2,60)=1.812	0.172	
präpost x Bed. x Gruppe	F(6,60)=0.799	0.574	
präpost x Zeit	F(3,90)=2.624	0.055	
präpost x Zeit x Gruppe	F(9,90)=0.320	0.966	
Bed. x Zeit	F(6,180)=4.793	≤ 0.0005	0.561
Bed. x Zeit x Gruppe	F(18,180)=0.846	0.644	
prä post x Bed. x Zeit	F=(6,180)=0,890	0,503	0,685
präpost x Bed. x Zeit x Gruppe	F(18,180)=1.027	0.431	
Gruppe	F(3,30)=1.857	0.158	

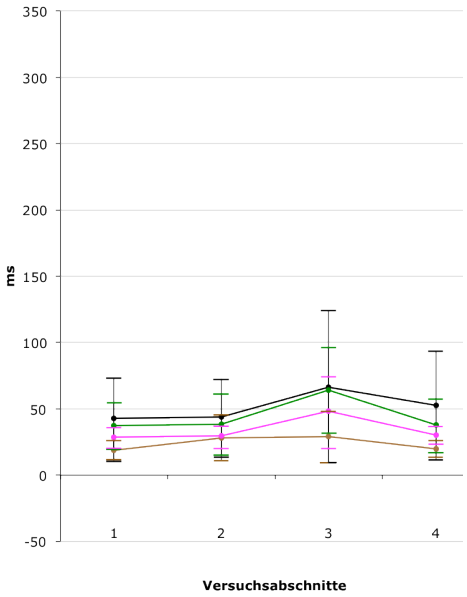
Tabelle 3.7: ANOVA mit Messwiederholung der Herzraten mit den Innergruppenfaktoren prä und post und den Zwischengruppenfaktoren prä und post.

Es zeigte sich in der varianzanalytischen Auswertung für die Herzraten ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Bedingung und Zeit und für die Wechselwirkung zwischen Bedingung x Zeit. Die Bedingung entspricht dem dreistufigem Innersubjektfaktor Stresstest (E= Eiswassertest, K= Kopfrechenaufgaben, Grundlinie ohne Stresstest). Ein Trend ist in dem Faktor präpost x Zeit erkennbar. Für den Faktor Gruppe konnten keine signifikanten Haupteffekte festgestellt werden.
Die Ergebnisse bestätigen die physiologischen Reaktionen auf die Stresstests mit den Versuchsabschnitten. Bei der Wirkung von Iyengar-Yoga auf die Herzraten konnten keine signifikanten Haupteffekte festgestellt werden. Insgesamt zeigt sich von T1 nach T2 ein Trend zu weniger starker Reaktion der Herzraten auf die Stressoren.

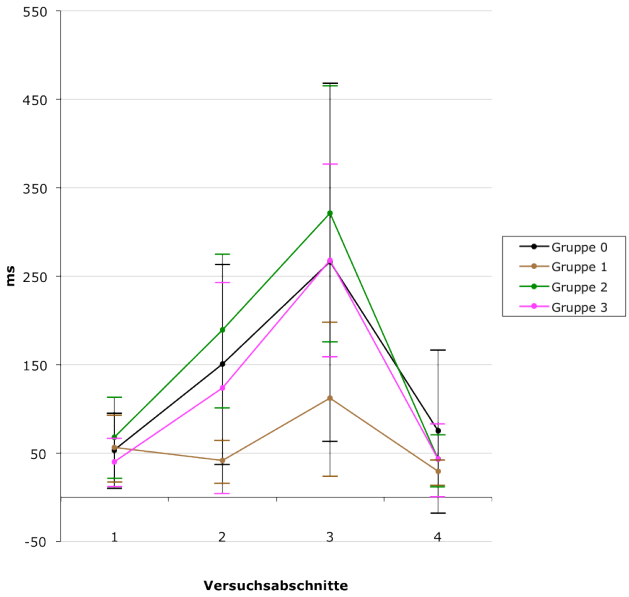
3.3.5 RMSSD

Die Abbildung 3.6 zeigt die Aufzeichnung des Parameters RMSSD der Gruppen vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment unter den Bedingungen Stresstest und Grundlinie ohne Stresstest.

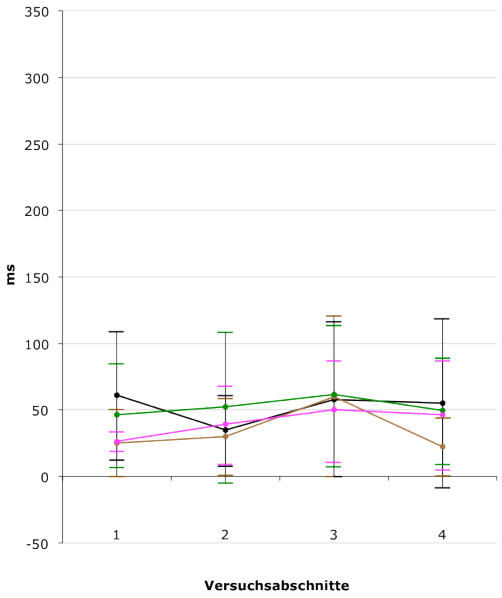
RMSSD Eiswasser Gruppe 0-3 T1



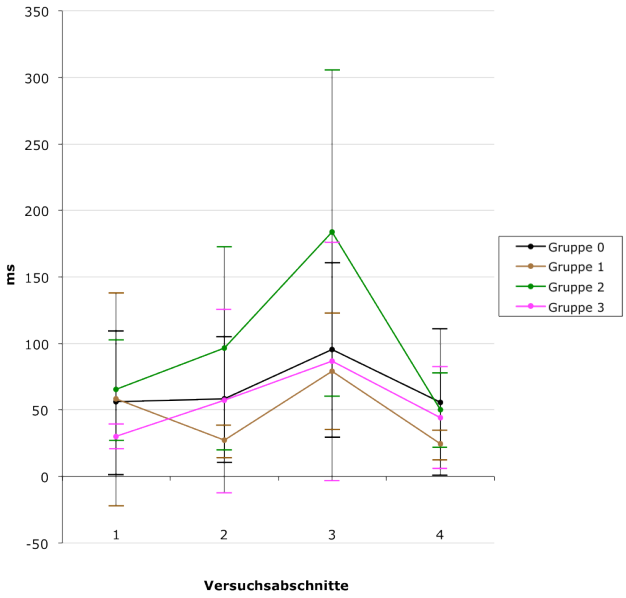
RMSSD Eiswasser Gruppe 0-3 T2



RMSSD Kopfrechnen Gruppe 0-3 T1



RMSSD Kopfrechnen Gruppe 0-3 T2



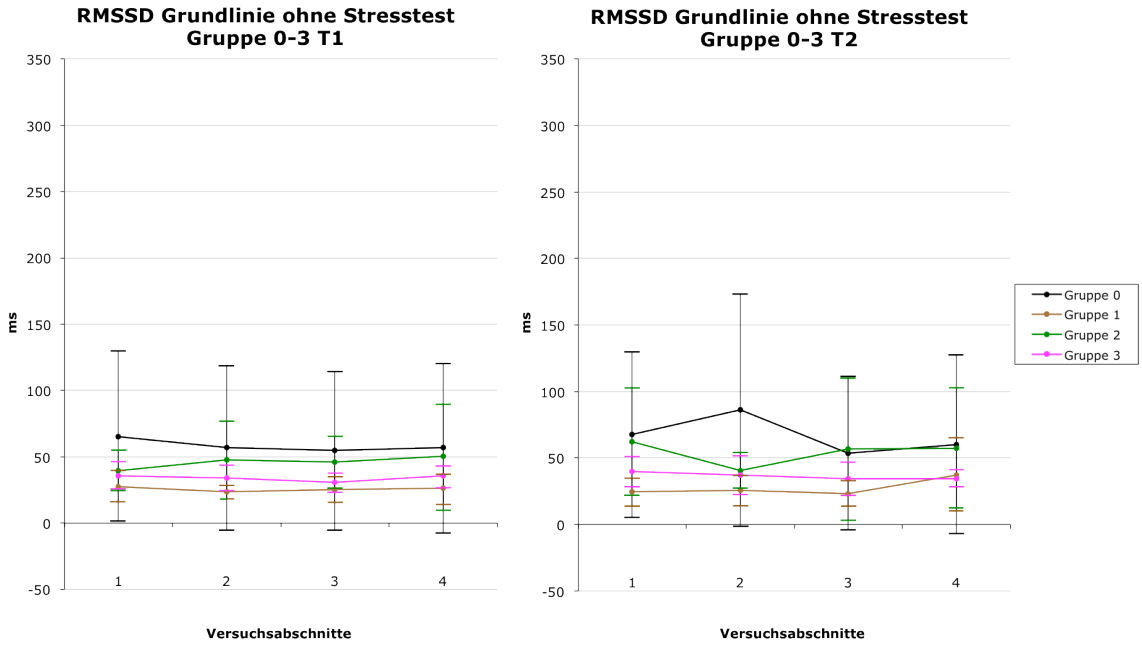


Abbildung 3.6: RMSSD aller Gruppen vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment für die Bedingungen Eiswasser, Kopfrechnen und Grundlinie ohne Stresstest.

In allen Gruppen sind unter den beiden Stresstestbedingungen die Werte des RMSSD in allen Versuchsabschnitten in der Voruntersuchung niedriger, über den Zeitverlauf nehmen die Werte insbesondere unter der Bedingung des Eiswassertests zu.

Unter den Bedingungen Eiswasser und Kopfrechnen liegen die Werte aller Gruppen in der Voruntersuchung über den 4 Versuchsabschnitten hinweg sehr nah beieinander und überschreiten nicht 75 ms. Insgesamt ist in der Voruntersuchung in allen Gruppen eine kleine Zunahme des RMSSD ab dem Versuchsabschnitt 2 mit Ankündigung des Stresstests und beim Versuchsabschnitt 3 mit dem Beginn des Stresstests sichtbar.

In der Nachuntersuchung verändern sich die RMSSD Werte im Vergleich zur Voruntersuchung deutlich. Unter den Bedingungen Eiswasser und Kopfrechnen nimmt der RMSSD in allen Gruppen in unterschiedlicher Stärke ab der Ankündigung des Stresstests im Versuchsabschnitt 2 zu. Maximale Werte werden in allen Gruppen im Versuchsabschnitt 3 während der Stresstests erreicht. Dieser Anstieg fällt im Versuchsabschnitt 4 zum Teil wieder auf das Eingangsniveau ab.

Die höchsten Werte werden in allen Gruppen beim Eiswassertest erreicht. Der Wert des RMSSD der Gruppe 2 ragt mit 321 ms im Versuchsabschnitt 3 unter der Eiswasser Bedingung heraus. Gruppe 0 erreicht Werte von 266 ms und Gruppe 3 von 268 ms. Die Werte dieser drei Gruppen steigen ab dem Versuchsabschnitt 1 bis zum Versuchsabschnitt

3 sehr steil an und fallen zum Versuchsabschnitt 4 wieder steil ab. In der Gruppe 1 erreicht der RMSSD im Versuchsabschnitt 3 lediglich einen Wert von 111 ms.
Gruppe 2 reagiert unter der Kopfrechenbedingung in der Nachuntersuchung (T2) ebenfalls stärker als die anderen Gruppen. Unter steilem Anstieg wird hier im Versuchsabschnitt 3 ein Wert von 184 ms erreicht. Ihr folgt Gruppe 0 mit 95 ms und Gruppe 3, die 87 ms erreicht. In der Nachuntersuchung sind unter der Bedingung Grundlinie ohne Stresstest die Werte des RMSSD durch den erhöhten Anstieg in der Gruppe 0 zum Versuchsabschnitt 2 hin etwas höher als in der Voruntersuchung. In der Gruppe 1 wieder am niedrigsten.

Tabelle 3.8 gibt die Ergebnisse einer 4*2*3*4- faktoriellen ANOVA mit Messwiederholung für den RMSSD wieder. Zur Aufklärung der verschiedenen Interaktionen werden im Folgenden prä und post innerhalb der Gruppe und Gruppenunterschiede analysiert.

Faktor	F- Wert	P- Wert	ε
präpost	F(1,30)=30.424	≤ 0.0005	
präpost x Gruppe	F(3,30)=1.530	0.227	
Bedingung (Bed.)	F(2,60)=22.359	≤ 0.0005	0.808
Bed. x Gruppe	F(6,60)=1.884	0.098	
Zeit	F(3,90)=37.031	≤ 0.0005	0.732
Zeit x Gruppe	F(9,90)=2.003	0.048	
präpost x Bed.	F(2,60)=30.726	≤ 0.0005	
präpost x Bed. x Gruppe	F(6,60)=1.274	0.283	
präpost x Zeit	F(3,90)=23.089	≤ 0.0005	0.778
präpost x Zeit x Gruppe	F(9,90)=2.161	0.032	0.048
Bed. x Zeit	F(6,180)=23.953	≤ 0.0005	0.55
Bed. x Zeit x Gruppe	F(18,180)=1.745	0.036	0.082
prä post x Bed. x Zeit	F(6,180)=16.153	≤ 0.0005	0.544
präpost x Bed. x Zeit x Gruppe	F(18,180)=1.139	0.327	
Gruppe	F(3,30)=2.255	0.102	

Tabelle 3.8: ANOVA mit Messwiederholung des RMSSD mit den Innergruppenfaktoren prä und post und den Zwischengruppenfaktoren prä und post.

Es zeigte sich in der varianzanalytischen Auswertung ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor präpost, Bedingung, Zeit und für die Wechselwirkungen zwischen den Faktoren

Zeit x Gruppe, präpost x Bedingung, präpost x Zeit, präpost x Zeit x Gruppe, Bedingung x Zeit, Bedingung x Zeit x Gruppe und präpost x Bedingung x Zeit.

Der signifikante Haupteffekt für den Faktor präpost x Zeit x Gruppe wurde noch einmal aufgeschlüsselt. In Abbildung 3.7 ist der RMSSD der einzelnen Gruppen über alle vier Versuchsabschnitte für diesen Faktor im T1- und T2-Vergleich dargestellt.
Es ist zu erkennen, dass die erreichten Werte in allen Gruppen unter allen Bedingungen in der Nachuntersuchung (T2) höher sind. In der Voruntersuchung (T1) liegen die RMSSD-Werte aller Gruppen recht nahe beieinander und verlaufen innerhalb der Versuchsabschnitte mit der Stresstestankündigung in Versuchsabschnitt 2 und dem Stresstest in Versuchsabschnitt 3 erwartungsgemäß mit Anstieg und Abfall in Versuchsabschnitt 4. Die höchsten Werte werden im Versuchsabschnitt 3 von der Gruppe 0 mit 59 ms erreicht.
In der Nachuntersuchung (T2) sind die Werte des RMSSD aller Gruppen in allen 4 Versuchsabschnitten deutlich höher. Erwartungsgemäß ab Versuchsabschnitt 2 und am höchsten in Versuchsabschnitt 3 mit Abfall in Versuchsabschnitt 4. Hier erreicht die Gruppe 2 mit 184 ms im Versuchsabschnitt 3 den höchsten Wert. Bis auf den letzten Versuchsabschnitt zeigt diese Gruppe auch insgesamt in allen Versuchsabschnitten die höchsten RMSSD-Werte. Gruppe 0 erreicht im dritten Versuchsabschnitt 138 ms, Gruppe 3 verzeichnet 129 ms und Gruppe 1 lediglich 61 ms. Die zweithöchste Kurve wird von der Gruppe 0 gebildet. Ihr folgt mit den dritthöchsten RMSSD-Werten die Gruppe 3. Die RMSSD-Werte der Gruppe 1 sind in allen Versuchsabschnitten deutlich niedriger als bei den übrigen Gruppen.
Es wurden für den Parameter RMSSD signifikante Gruppenunterschiede festgestellt.

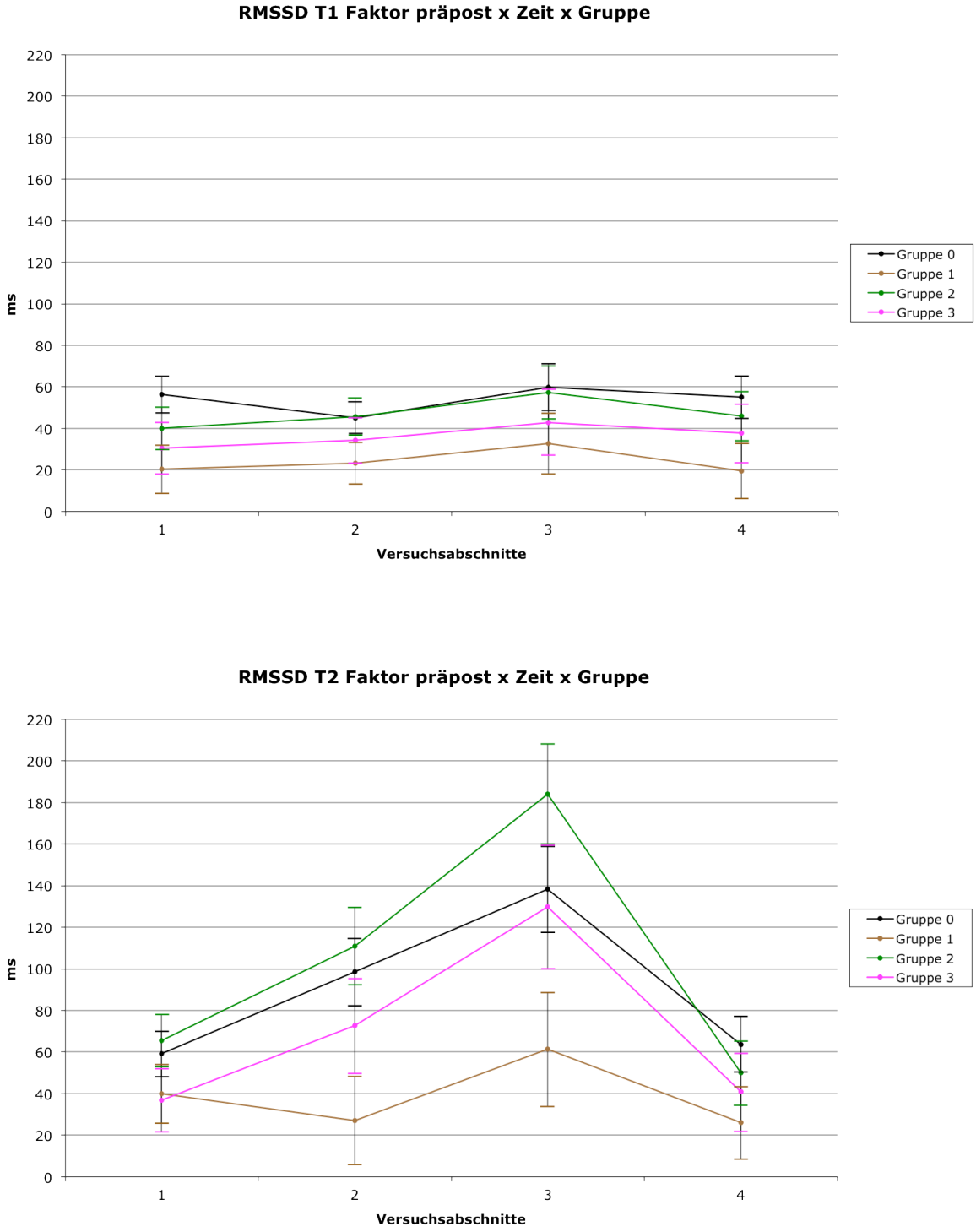


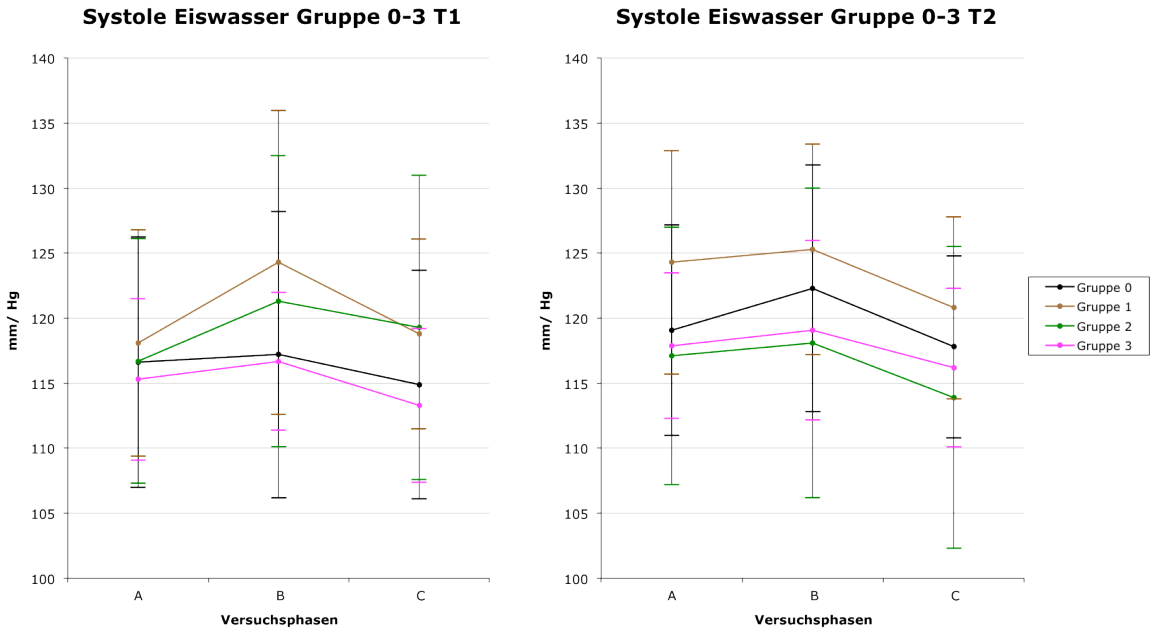
Abbildung 3.7: RMSSD des Faktors präpost x Zeit x Gruppe im T1 und T2 Vergleich.

3.3.6 Systolischer Blutdruck

Die Abbildung 3.8 zeigt den systolischen Blutdruck der Gruppen vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment unter den Bedingungen Stresstest und Grundlinie ohne Stresstest. Für den Blutdruck gilt ein 4*2*3*3– faktorielles Design mit dem dreistufigen Innersubjektfaktor Versuchsphase. Die Versuchsphase A kennzeichnet den Abschnitt vor dem Stresstest, die Versuchsphase B den Stresstest und die Versuchsphase C den Abschnitt nach dem Stresstest.

Die Höhe des systolischen Blutdrucks ist unter allen Bedingungen in allen Gruppen, bis auf zwei Ausnahmen in der Nachuntersuchung höher als in der Voruntersuchung. Diese Ausnahme betrifft Gruppe 2 unter der Eiswasserbedingung und die Gruppe 1 unter der Kopfrechenbedingung. Hier sind die Werte in der Voruntersuchung höher als in der Nachuntersuchung.

Innerhalb aller Gruppen ist in den Darstellungen unter den Bedingungen Eiswasser und Kopfrechnen in T1 und T2 ein Peak zur Versuchsphase B hin zu erkennen, der zur Versuchsphase C hin in unterschiedlicher Stärke wieder abnimmt. Die Antizipationsphase, welche sich im Versuchsabschnitt A befindet, erhöht bei allen Gruppen unter den ersten beiden Bedingungen den systolischen Blutdruck.



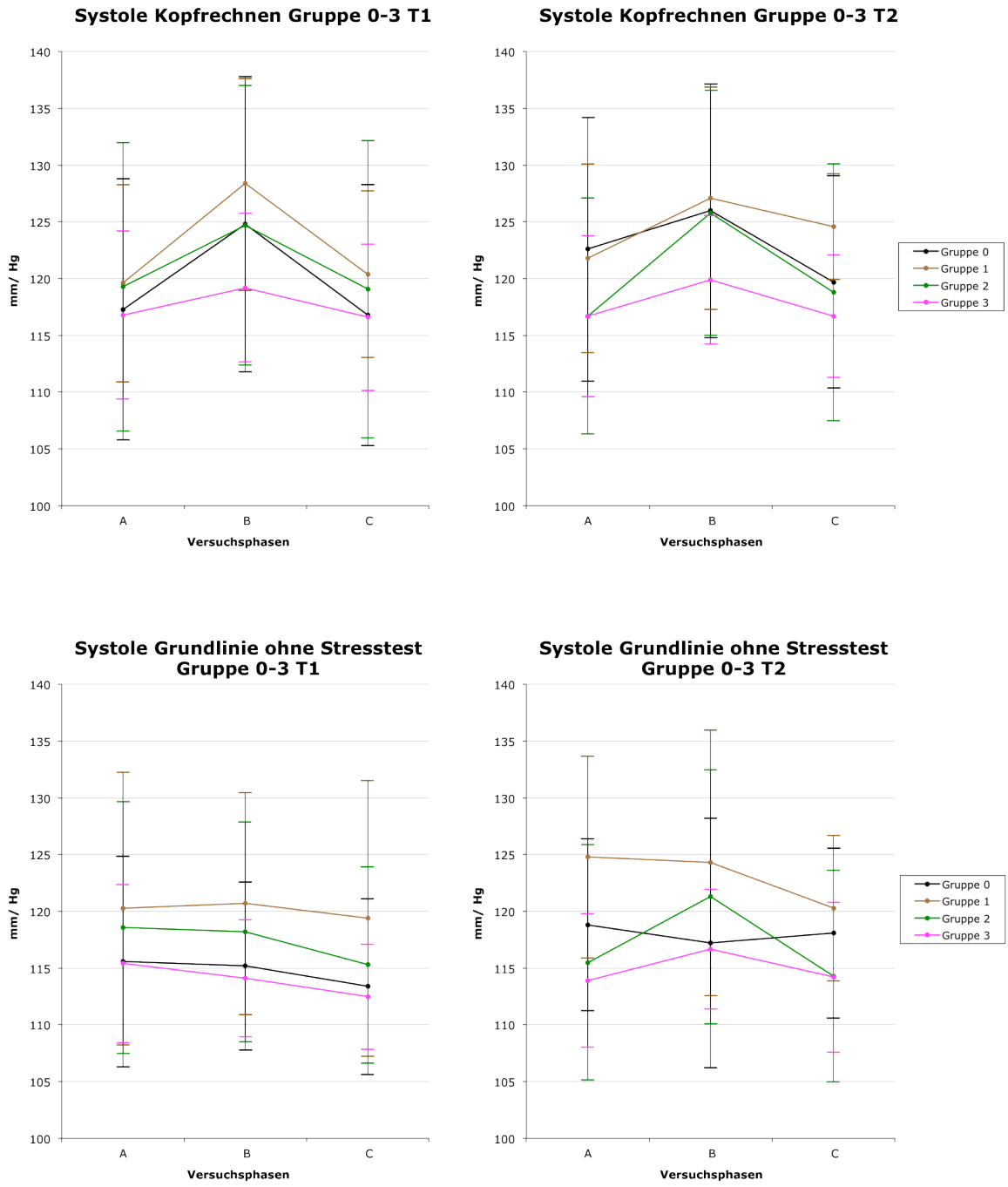


Abbildung 3.8: Systolischer Blutdruck aller Gruppen vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment für die Bedingungen Eiswasser, Kopfrechnen und Grundlinie ohne Stresstest.

In allen Gruppen werden beim Kopfrechenstresstest stärkere Anstiege des systolischen Blutdrucks als unter der Eiswasserbedingung verzeichnet. Auffällig ist, dass die Gruppe 1 unter allen drei Bedingungen sowohl in T1 als auch in T2 die höchsten systolischen Blutdruckwerte vorweist. Die Gruppe 3 hat unter allen drei Bedingungen in T1 als auch in

T2 im Mittel die niedrigsten Werte. Die übrigen zwei Gruppen reagieren je nach Bedingung unterschiedlich.

Tabelle 3.9 gibt die Ergebnisse einer 4*2*3*3- faktoriellen ANOVA mit Messwiederholung für den systolischen Blutdruck wieder. Zur Aufklärung der verschiedenen Interaktion werden im Folgenden prä und post innerhalb der Gruppe und Gruppenunterschiede analysiert.

Faktor	F- Wert	P- Wert	ε
präpost	F(1,29)=3.099	0.089	
präpost x Gruppe	F(3,29)=1.637	0.202	
Bedingung (Bed.)	F(2,58)=20.714	≤ 0.0005	0.781
Bed. x Gruppe	F(6,58)=0.900	0.501	
Zeit	F(2,58)=36.797	≤ 0.0005	
Zeit x Gruppe	F(6,58)=0.967	0.456	
präpost x Bed.	F(2,58)=0.280	0.757	
präpost x Bed. x Gruppe	F(6,58)=0.739	0.620	
präpost x Zeit	F(2,58)=0.177	0.838	
präpost x Zeit x Gruppe	F(6,58)=2.303	0.046	
Bed. x Zeit	F(4,116)=8.847	≤ 0.0005	
Bed. x Zeit x Gruppe	F(12,116)=1.362	0.194	
prä post x Bed. x Zeit	F(4,116)=1.634	0.170	0.660
präpost x Bed. x Zeit x Gruppe	F(12,116)=1.437	0.159	
Gruppe	F(3,29)=0.631	0.601	

Tabelle 3.9: ANOVA mit Messwiederholung des systolischen Blutdruckes mit den Innergruppenfaktoren prä und post und den Zwischengruppenfaktoren prä und post.

Es zeigte sich in der varianzanalytischen Auswertung für den systolischen Blutdruck ein signifikanter Haupteffekt für die Faktoren Bedingung, Zeit und für die Wechselwirkung zwischen den Faktoren präpost x Zeit x Gruppe und Bedingung x Zeit.

Der signifikante Haupteffekt des Faktors präpost x Zeit x Gruppe wurde noch einmal aufgeschlüsselt. In der Abbildung 3.9 ist der systolische Blutdruck der einzelnen Gruppen unter allen Versuchsphasen im T1 und T2 Vergleich für diesen Faktor dargestellt.
Der systolische Blutdruck steigt bei allen Gruppen in der Vor- als auch in der Nachuntersuchung von Versuchsphase A zur Versuchsphase B hin an und nimmt zur

Versuchsphase C hin wieder ab. In der Versuchsphase B, während der Stresstests, werden in allen Gruppen die höchsten Werte erreicht.

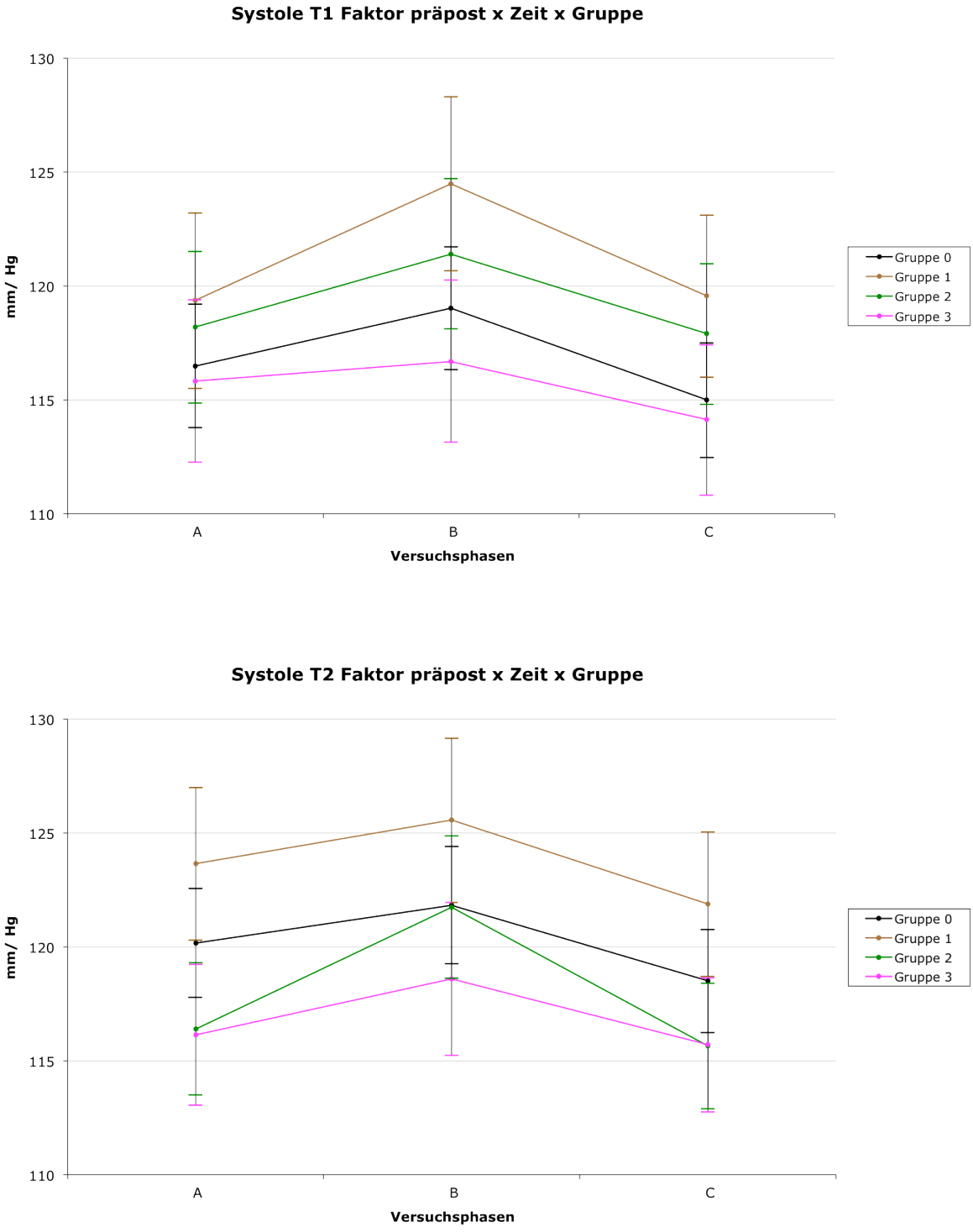
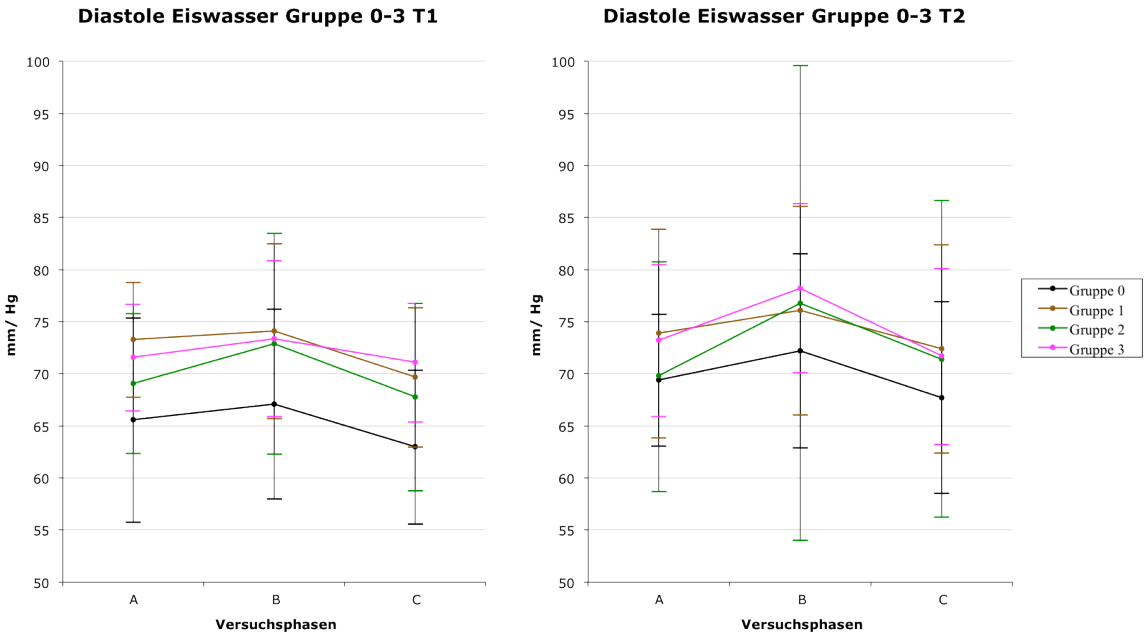


Abbildung 3.9: Systolischer Blutdruck des Faktors präpost x Zeit x Gruppe im T1 und T2 Vergleich.

Es ist zu erkennen, dass der systolische Blutdruck mit Ausnahme der Gruppe 2 in allen Gruppen in der Nachuntersuchung höher ist. Die Gruppe 1 hat in der Vor- als auch Nachuntersuchung über alle Versuchsphasen hinweg die höchsten systolischen Blutdruckwerte, mit einem Maximum von 124 mm/Hg in T1 und 125 mm/Hg in T2.
Die niedrigsten Werte in T1 als auch in T2 erreicht die Gruppe 3 in Höhe von 116 mm/Hg und 118 mm/Hg. Die Gruppe 0 hat in der Voruntersuchung über alle Versuchsphasen hin niedrigere Werte als in der Nachuntersuchung. In der Gruppe 2 verändern sich die Werte in der Nachuntersuchung dahin gehend, dass sie in allen Versuchsphasen niedriger sind als in der Voruntersuchung.
Die Ergebnisse stellen valide Stresstestbedingungen mit der physiologischen Reaktion des systolischen Blutdrucks auf das Versuchsprotokoll mit den jeweiligen Abschnitten dar. Der systolische Blutdruck ist in der Nachuntersuchung in allen Gruppen, bis auf die Gruppe 2 höher als in der Voruntersuchung und ändert sich nicht systematisch über den Zeitverlauf. Es konnten keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt werden.

3.3.7 Diastolischer Blutdruck

Abbildung 3.10 zeigt den diastolischen Blutdruck der Gruppen vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment unter den Bedingungen Stresstest und Grundlinie ohne Stresstest.



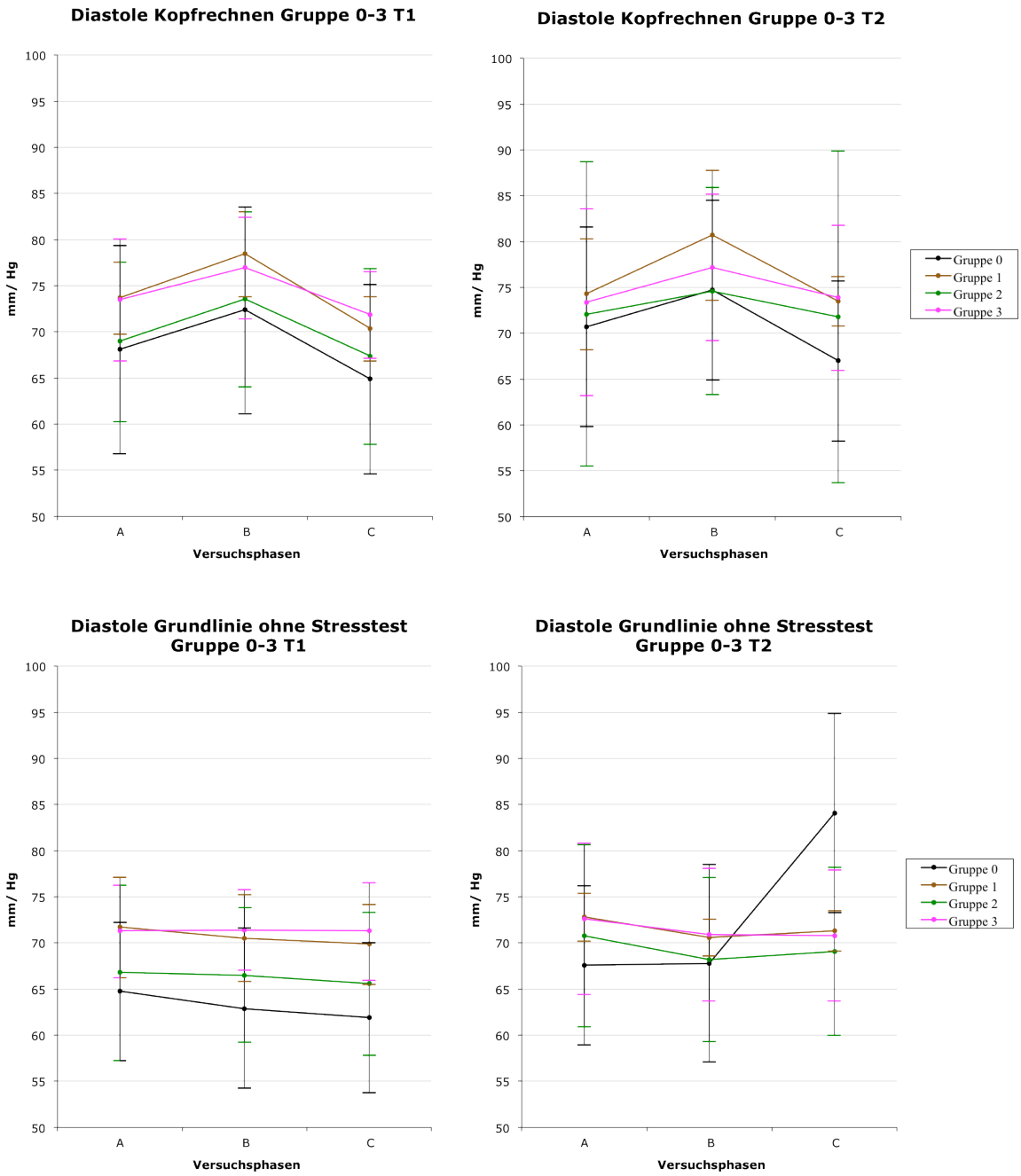


Abbildung 3.10: Diastolischer Blutdruck aller Gruppen vor (T1) und nach (T2) dreimonatigem Iyengar-Yoga-Treatment für die Bedingungen Eiswasser, Kopfrechnen und Grundlinie ohne Stresstest.

Die Werte verändern sich nicht so stark wie bei den vorangegangenen Darstellungen des systolischen Blutdruckes und liegen unter allen Bedingungen in T1 und T2 recht nahe beieinander. Innerhalb aller Gruppen ist in den Grafiken unter den Bedingungen Eiswasser und Kopfrechnen in der Vor- und der Nachuntersuchung ein Peak zum Stresstest in der Versuchsphase B mit Abnahme zur Versuchsphase C hin zu erkennen. Die

Antizipationsphase, welche sich im Versuchsabschnitt A befindet erhöht bei allen Gruppen unter den ersten beiden Bedingungen den diastolischen Blutdruck.
Der kognitive Stressor in Form von Kopfrechen-Aufgaben scheint die Probanden in T1 und T2 stärker zu stressen als der Eiswassertest.
Die Gruppe 0 erreicht im Mittel unter allen Bedingungen in T1 als auch in T2 die niedrigsten diastolischen Werte. In der Nachuntersuchung unter der Bedingung Grundlinie ohne Stresstest steigt in dieser Gruppe der Wert in der letzten Versuchsphase stark an. Dieser Ausreisser ist nicht zu interpretieren. Vermutlich handelt es sich um ein statistisches Artefakt. Die restlichen drei Gruppen liegen mit ihren Werten recht nahe beieinander.

Tabelle 3.10 gibt die Ergebnisse einer 4*2*3*3- faktoriellen ANOVA mit Messwiederholung für den diastolischen Blutdruck wieder. Zur Aufklärung der verschiedenen Interaktionen werden im Folgenden prä und post innerhalb der Gruppe und Gruppenunterschiede analysiert.

Faktor	F- Wert	P- Wert	ε
präpost	F(1,29)=2.996	0.094	
präpost x Gruppe	F(3,29)=0.235	0.871	
Bedingung (Bed.)	F(2,58)=17.598	≤ 0.0005	
Bed. x Gruppe	F(6,58)=0.436	0.852	
Zeit	F(2,58)=57.479	≤ 0.0005	
Zeit x Gruppe	F(6,58)=0.791	0.580	
präpost x Bed.	F(2,58)=0.398	0.673	0.822
präpost x Bed. x Gruppe	F(2,58)=0.528	0.785	
präpost x Zeit	F(2,58)=1.777	0.178	0.778
präpost x Zeit x Gruppe	F(6,58)=0.445	0.846	
Bed. x Zeit	F(4,116)=12.506	≤ 0.0005	0.657
Bed. x Zeit x Gruppe	F(12,116)=0.615	0.826	
prä post x Bed. x Zeit	F(4,116)=1.323	0.266	0.708
präpost x Bed.x Zeit x Gruppe	F(12,116)=0.684	0.764	
Gruppe	F(3,29)=1.176	0.336	

Tabelle 3.10: ANOVA mit Messwiederholung des diastolischen Blutdruckes mit den Innergruppenfaktoren prä und post und den Zwischengruppenfaktoren prä und post.

Es zeigte sich in der varianzanalytischen Auswertung für den diastolischen Blutdruck ein signifikanter Haupteffekt für die Faktoren Bedingung, Zeit und für die Wechselwirkung zwischen den Faktoren Bedingung x Zeit. Für den Faktor Gruppe konnten keine

Haupteffekte festgestellt werden. Die Ergebnisse stellen die physiologische Reaktion des diastolischen Blutdrucks auf das Versuchsprotokoll mit den jeweiligen Abschnitten dar. Es konnten keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt werden.

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Für den Cohen Perceived Stress Scale Summenscore konnte ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor präpost verzeichnet werden. Es wurden keine signifikanten Haupteffekte für den Faktor Gruppe registriert. Alle Gruppen inklusive der Kontrollgruppe haben zum Studienende einen niedrigeren Summenscore als zu Beginn. Es konnte keine Gruppendifferenzierung nachgewiesen werden. Für Iyengar-Yoga konnten keine Effekte auf den Cohen Perceived Stress Scale Summenscore nachgewiesen werden.

In der Speichelcortisol-Konzentration konnte kein Unterschied in Bezug auf die Stressreduzierung durch Iyengar-Yoga nachgewiesen werden. Die signifikanten Ergebnisse bestätigten den zirkadianen Rhythmus der Speichelcortisol-Konzentration im Faktor Verlauf (8 Uhr, 14 Uhr, 20 Uhr).

Für die Verweildauer der Hand im Eiswasser konnte ein Trend für den Faktor präpost festgestellt werden. Zur Nachuntersuchung verkürzte sich die Zeit. Es konnte keine Gruppendifferenzierung festgestellt werden.

Bei dem Parameter RMSSD und dem systolischen Blutdruck konnte ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor präpost x Zeit x Gruppe festgestellt werden. Die Herzfrequenzvariabilität und der systolische Blutdruck nahmen zur Nachuntersuchung durch Iyengar-Yoga zu, dabei stellte sich jedoch kein systematischer Gruppeneffekt dar.

Für die restlichen kardiovaskulären abhängigen Variablen lässt sich zusammenfassen, dass sich kein systematischer Gruppeneffekt darstellen lässt. Generell zeigten sich unter den Eiswasser-und Kopfrechenbedingungen im Vergleich zu der Grundlinie ohne Stresstesterhebungen valide Stresstestbedingungen. Die Darbietung der physiologischen Reaktionen auf die Labor-Stressoren war in diesen Fällen vom Iyengar-Yoga-Treatment unabhängig.

4. Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Zielparameter in Bezug auf die Hypothesen diskutiert. Es wird auf die Adhärenz und Compliance, die Therapiesicherheit von Iyengar-Yoga und auf die Stärken und Limitationen dieser Studie eingegangen. Anschließend folgt die abschließende Diskussion mit den Schlussfolgerungen.

4.1 Cohen Perceived Stress Scale Summenscore

Es wurde ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor präpost festgestellt, jedoch kein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Gruppe. Folglich muss die Hypothese 1.a. als auch die Hypothese 2 (s. Seite 25) verworfen werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass der selbstwahrgenommene Stress sich bei den aktiven Probanden zur Nachuntersuchung reduziert, während in der Kontrollgruppe praktisch keine Änderungen zu verzeichnen sind. Am stärksten reduziert sich der Cohen Perceived Stress Scale Summenscore in der Gruppe 1, gefolgt von der Gruppe 2 und am geringsten in der Gruppe 3. Der subjektiv wahrgenommene Stress der aktiven Probanden hat abgenommen, jedoch ist dieser Effekt nicht auf Iyengar-Yoga zwischen der Eingangs- (T1) und der Nachuntersuchung (T2) zurückzuführen. Stressbehaftetes Befinden kann sich im Zeitverlauf von drei Monaten zwischen den beiden Untersuchungen ändern. Die Verbesserung oder der Wegfall von psychischen oder somatischen Problemen ohne fachliche Hilfe in Form der Spontanremission könnte hierfür eine Ursache sein (Dorsch 2009).

Ein weiterer Grund könnte darin liegen, dass schon die Teilnahme an einer Studie, die Yoga aufgrund von Ergebnissen anderer Studien als stressreduzierend beworben hat, dazu führt, dass die Probanden weniger Stress erleben, weil sie durch ihre Studienteilnahme etwas gegen ihren Stress unternehmen. Eine Metaanalyse bestätigt die Vorherzusage der Schmerzerleichterung bei akuten Schmerzen durch Erwartungen an die Intervention (Peerdemann et al. 2016). Psychologischen Mechanismen zufolge, können Placebos wirken, weil sich Versuchsteilnehmer einen heilsamen Effekt von ihnen versprechen. Zudem geht es Versuchspersonen meist besser, wenn sie in eine wissenschaftliche Studie

eingeschlossen sind und damit Aufmerksamkeit und Zuwendung erhalten. Dieser Umstand wird durch den Hawthorne-Effekt beschrieben (Kleist 2006).
In der Gruppe 1 nimmt der Summenscore am meisten von allen Gruppen ab, dieser beträgt 8.2 Punkte. Die Ursache hierfür könnte darin liegen, dass diese Gruppe den höchsten Ausgangswert von 39,4 Punkten zu Beginn hatte. Im Vergleich dazu lagen die Ausgangswerte der beiden anderen Gruppen 7,4 und 3,5 Punkte unter denen der Gruppe 1.
Grundsätzlich sind tendenziell stärkere Abnahmen der Verlaufsparameter festzustellen, wenn die erhobenen Werte zur Baseline sehr hoch sind. Dieser Effekt wird als Regression zur Mitte (Regression to the mean) bezeichnet und ist nicht auf Iyengar-Yoga zurückzuführen (Galton 1886). Die drei letzten Annahmen unterstützen das Ergebnis der Kontrollgruppe, deren Summenscore relativ konstant bleibt.
Bei Betrachtung des Summenscores, verhält sich dieser umgekehrt zu den Teilnahmen an den Yogaeinheiten. In der Gruppe 1 mit wenig Teilnahmen am Yogaunterricht nimmt er stärker ab, als in der Gruppe 2 und Gruppe 3 mit mittel bzw. vielen Teilnahmen am Yogaunterricht, wodurch eine Dosiswirkung des Iyengar-Yoga auf diesen ausgeschlossen werden kann. Es wäre zu überlegen, ob viele Teilnahmen am Yogaunterricht mit dem damit verbundenen höheren Aufwand, wie Terminschwierigkeiten, Zeit der An- und Abfahrt zur Schule dem erwarteten positiven Effekt von Iyengar-Yoga im Wege stehen.
Ein weiterer einflussreicher Grund der Effektlosigkeit von Iyengar-Yoga auf den selbstwahrgenommen Stress kann darin gesehen werden, dass in den Yogaunterricht keine Pranayama (Atem)- Übungen integriert waren. Auf diesen Punkt wird ausführlich im Abschnitt der abschließenden Diskussion eingegangen.

4.1.1 Speichelcortisol-Konzentration

Die physiologischen Glucocorticoide werden in der Nebennierenrinde in einem zirkadianem Rhythmus (Tag- Nacht Rhythmus) gebildet. In den frühen Morgenstunden zwischen sechs und acht Uhr ist die Plasmacortisol-Konzentration am höchsten, zwischen 18 und 24 Uhr am niedrigsten. Dieser physiologische Ausschüttungsverlauf mit dem morgendlichen Peak ist mit dem Speichelcortisoltest gemessen worden (Silbernagel & Despopoulus, 2012, S. 310 ff.).
Nach Hypothese 1.b war eine Senkung der Speichelcortisol-Konzentration durch die stressreduzierende Wirkung von Iyengar-Yogaübungen zu erwarten. Hypothese 1.b und

Hypothese 2 müssen verworfen werden. Entsprechend den Messungen lässt sich kein signifikanter Zusammenhang innerhalb und zwischen den Gruppen im T1 und T2 Vergleich bezüglich der Speichelcortisol-Konzentration feststellen. Der zirkadiane Rhythmus der Speichelcortisol-Konzentration wird in dem Faktor Verlauf (8 Uhr, 14 Uhr, 20 Uhr) hochsignifikant bestätigt.

Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist, dass in früheren Studien kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem subjektiv wahrgenommenen Stress und der tatsächlichen Cortisolerhöhung bestätigt werden konnte (Malarkey et al. 1995; van Eck et al. 1996).

In einer Studie, die Effekte von Iyengar-Yoga auf den Blutdruck untersuchte, konnten im Vergleich zur Kontrollgruppe ebenfalls keine Unterschiede im Cortisol- und Katecholaminmetabolismus festgestellt werden (Cohen et al. 2011). In dieser Studie wurden ebenfalls keine Änderungen der Speichelcortisol-Konzentration verzeichnet. Ebenso zeigte sich in einer weiteren, fünfwöchigen Iyengar-Yogaintervention keine spezifische Wirksamkeit auf die Speichelcortisol-Konzentration (Bowden et al. 2012).

Aufgrund der Ergebnisse der Effektlosigkeit von Iyengar-Yoga auf die Speichelcortisol-Konzentration und der Zusammenhangslosigkeit zwischen dem subjektiv wahrgenommenen Stress und der tatsächlichen Cortisolerhöhung ist zu überlegen, ob der Einsatz von Speichelcortisoltests generell qualitative als auch quantitative Aussagen über den selbstwahrgenommenen Stress zulässt.

4.1.2 Eiswasserdauer

Der Eiswassertest wurde als Standardstressor in den Herzrate-, RMSSD- und Blutdruck-Protokollen eingesetzt. Hierbei wurde zusätzlich die Verweildauer der Hand im Eiswasser, bezeichnet als Eiswasserdauer, gemessen. Sie stellt keinen Zielparameter dar, trotzdem soll hier auf die Ergebnisse eingegangen werden.

Es kann ein Trend für den Faktor präpost dargestellt werden. In allen Gruppen verkürzt sich die Eiswasserdauer zur Nachuntersuchung. Gründe hierfür könnten darin liegen, dass die Probanden dem Studienleiter gegenüber bei der Eingangsuntersuchung ein sozial gewünschtes Verhalten zeigen wollten. Dabei wurden sie wiederholt bei dem Test darauf hingewiesen, dass es nicht auf die gestoppte Zeit ankommt, in der die Hand im Eiswasser verbleibt. Dieses Verhalten beschreibt der Hawthorne-Effekt, eine Veränderung des natürlichen Verhaltens der Probanden, wenn sie wissen, dass sie an einer Studie

teilnehmen und unter Beobachtung stehen (Kleist 2006). Zu der Verkürzung der Verweildauer zur Nachuntersuchung würde passen, dass die Studie vorbei ist und so die unangenehme Kälteexposition verkürzt wurde.
Durch eine Gewichtsreduktion verursachte Empfindlichkeit gegenüber Kälte sollte bei der Beurteilung dieses Parameters in Betracht gezogen werden, kam in diesem Fall aber nicht zum tragen. Das Gewicht der Probanden blieb unverändert.

4.1.3 Herzrate

Nach der Hypothese 1.c ist eine Zunahme der Herzfrequenzvariabilität durch den Einfluss von Iyengar-Yogaübungen zu erwarten. Der RMSSD ist das Maß für die Varianz der Herzrate. Die Ergebnisse der Herzratenverläufe sind für die Faktoren Bedingung, Zeit und für die Wechselwirkung zwischen den Faktoren Bedingung x Zeit signifikant. Ein Trend ist für den Faktor präpost x Zeit zu sehen. Die Ergebnisse für die Bedingung sprechen dafür, dass die durchgeführten Stresstests, in Form der Kopfrechenaufgaben und des Eiswassertests gegenüber der Grundlinie ohne Stresstest als solche funktioniert haben.
Der Faktor Zeit spiegelt in den Herzrate und RMSSD-Protokollen die vier Versuchsabschnitte wieder. Der Versuchsabschnitt 1 entspricht dabei der 2.-5. Min. des Protokolls, Versuchsabschnitt 2 der 5.-6. Min., Versuchsabschnitt 3 dem Stresstest und Versuchsabschnitt 4 der 10.-12. Min. des Protokolls. Im zweiten Versuchsabschnitt beider Stressprotokolle wird ein Erwartungseffekt (Antizipation) gegenüber der Grundlinie ohne Stresstest gemessen. Diese Stelle entspricht der fünften Minute des laufenden Protokolls, indem der jeweilige Stresstest angekündigt wurde. In der sechsten Minute, welches dem dritten Versuchsabschnitt der Darstellungen entspricht, wurden die Probanden Stress ausgesetzt. Das kardiovaskuläre System zeigt ausgeprägte Reaktionen im Zusammenhang mit psychologischen Prozessen, z. B. bei Aktivierung, Aufmerksamkeit, Emotionen und Stress. Die Herzratenänderungen begleiten fast jeden Wechsel der körperlichen und psychischen Anforderungen (Schandry, 1998, S.136 ff.) Diese Reaktionen auf die Stresstests wurden gemessen und ihre Ergebnisse sind zu dem Bezugspunkt Grundlinie ohne Stresstest signifikant.
Die Antizipation, die Vorwegnahme von etwas, was erst später eintreten wird, in diesem Fall die Ankündigung der Stresstests, erhöht die Herzraten stärker als der eigentliche

Stresstest selbst. Weiterhin ist an der höheren Herzrate unter der Kopfrechenbedingung zu erkennen, dass der kognitive Stressor die Probanden stärker stresst als der Eiswassertest.
Zur Nachuntersuchung zeigt sich ein Trend zu weniger starker Reaktion der Herzraten auf die Stressoren, das auf einem Habituationseffekt beruhen könnte. Zur Eingangsuntersuchung wussten die Probanden nicht, was sie erwartet, alles war neu und sie vielleicht dadurch aufgeregter als zur Nachuntersuchung, das die höheren Herzraten in der Eingangsuntersuchung in allen Versuchsabschnitten erklären könnte.
Insgesamt sind die physiologischen Reaktionen auf die Stresstests dargestellt. Iyengar-Yoga hat auf diese Reagibilität keine differenzierte Wirkung. Die Hypothese 1.c und Hypothese 2 müssen verworfen werden.

4.1.4 RMSSD

Für den RMSSD zeigt sich in der varianzanalytischen Auswertung ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor präpost, Bedingung, Zeit und für die Wechselwirkung zwischen den Faktoren Zeit x Gruppe, präpost x Bedingung, präpost x Zeit , präpost x Zeit x Gruppe, Bedingung x Zeit, Bedingung x Zeit x Gruppe und präpost x Bedingung x Zeit.
Die Ergebnisse für die Bedingung sprechen dafür, dass die durchgeführten Stresstests, in Form von Kopfrechenaufgaben und des Eiswassertests gegenüber der Grundlinie ohne Stresstest als solche funktioniert haben. Ebenso sind die Ergebnisse der Reaktion des kardiovaskulären Systems auf die Versuchsabschnitte eindeutig. Der Faktor Zeit entspricht in den RMSSD-Protokollen denselben vier Versuchsabschnitten, wie denen der Herzrate-Protokolle. Auch hier ist im zweiten Versuchsabschnitt der beiden Stressprotokolle ein Erwartungseffekt bei der Stresstestankündigung gegenüber der Baseline zusehen. In der Nachuntersuchung ist der Effekt in beiden Fällen deutlich stärker. Die Reaktion auf die Stresstests lassen den RMSSD in die Höhe schnellen. Insgesamt fallen die Werte des RMSSD in beiden Stresstestprotokollen über alle Versuchsabschnitte hinweg in der Nachuntersuchung deutlich höher aus. Diese Zunahme zeigt sich deutlicher beim Eiswassertest. „Es kann davon ausgegangen werden, daß z. B. unter Aufmerksamkeit fordernden Aktivierungsbedingungen die Variabilität (mit dem Anstieg der Herzrate) zurückgeht, was eine Folge präziserer zentralnervöser Herzfrequenzsteuerung bei Anspannung sein mag“ (Schandry ,1998, S.143). Das würde die im Verhältnis niedrigeren

Herzratenwerte unter der Kopfrechenbedingung gegenüber der Eiswasserbedingung erklären.
Die Gruppen 0, 2 und 3 haben in der Voruntersuchung (T1) in beiden Stresstests die höchsten RMSSD-Werte. Diese Werte passen zu den Angaben der Probanden über ihre sportliche Betätigung und bilden ihren Trainingszustand vor der Iyengar-Yogaintervention ab.
Die Werte der Grundlinie ohne Stresstesterhebung zur Nachuntersuchung (T2) sind bei allen Gruppen bis auf die von Gruppe 0 und Gruppe 2 ähnlich zur Voruntersuchung (T1).

Um eine eventuelle Gruppendifferenzierung darzustellen, wurde der signifikante Haupteffekt des Faktors präpost x Zeit x Gruppe noch einmal ausgewertet.
In den Diagrammen der Nachauswertung des Faktors präpost x Zeit x Gruppe ist zu sehen, dass selbst die Kontrollgruppe sich deutlich verbessert hat und höhere Werte als Gruppe 1 und vor allem als Gruppe 3, welche die meisten Yogaeinheiten absolviert hat, erreicht.
Nach diesen Ergebnissen zu urteilen, nimmt die Herzfrequenzvariabilität durch Iyengar-Yogaübungen zu und die Hypothese 1.c kann bestätigt werden. Allerdings ist diese Zunahme nicht dosisabhängig. Alle Gruppen scheinen einen Trainingseffekt aufzuweisen, selbst die Kontrollgruppe. 66,7% der Probanden innerhalb der Kontrollgruppe gaben zur Eingangsuntersuchung an, regelmäßig Sport zu treiben. Aufgrund der gesteigerten Herzfrequenzvariabilität zur Nachuntersuchung lässt sich schließen, dass diese Gruppe ihrem Sport intensiver nachgegangen sein muss. Dafür spricht ebenfalls die Wartezeit während den Sommermonaten, in denen die sportliche Aktivität bei den meisten Menschen aufgrund der Jahreszeit erhöht wird.
Innerhalb der Gruppe 2 sind es 60% der Probanden, die bei der Eingangsuntersuchung angaben, sich regelmäßig sportlich zu betätigen. Ein additiver Effekt von Yoga auf die Herzfrequenzvariabilität unter den schon vorher trainierten und weiter ihrem Sport nachgehenden Gruppen wäre denkbar. Es ist jedoch anzunehmen, dass aus zeitlichen Gründen der übliche Sport durch die Yogainterventionen ersetzt worden ist, besonders in der Gruppe 2 und 3, die an mittel bzw. vielen Yogaeinheiten teilgenommen haben. Ursprünglich wurden die Probanden dieser beiden Gruppen der Gruppe 2 zugeordnet, welche die höchste Interventionsanzahl hatte. Die Veränderungen des RMSSD lassen sich auf die Yogainterventionen zurückführen. Aufgrund der Ergebnisse innerhalb der Gruppe 3 lässt sich schließen, dass ein Mehr an Iyengar-Yoga keinen höheren Effekt hat. Die höchste Effektstärke scheint in der Gruppe 2 mit mittelstarker Teilnahme an den

Yogainterventionen zu liegen, allerdings sind in dieser Gruppe auch die wenigsten Raucher, was sich wiederum positiv auf die Herzfrequenzvariabilität niederschlägt. Aktives als auch passives Rauchen reduziert die Herzfrequenzvariabilität (Dinas et al. 2013). In Bezug zu diesen Ergebnissen muss die Hypothese 2 verworfen werden.
Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Herzfrequenzvariabilität durch Iyengar-Yoga steigt. Die Herzfrequenzvariabilität steigt nicht, weil die Probanden weniger Stress durch die Iyengar-Yogaintervention empfinden. Das lässt sich ausschließen, sonst hätte sich der Cohen Perceived Stress Scale Summenscore eindeutig verändern müssen. Diese Zusammenhänge werden ausführlich in der abschließenden Diskussion erläutert.

4.1.5 Systolischer Blutdruck

Bei vermeintlichen oder tatsächlichen physischen und psychischen Bedrohungen des Individuums wird die Abwehrreaktion ausgelöst. Diese läuft mit starker, allgemeiner Aktivierung des Sympathikus ab und führt durch die vermehrte Ausschüttung von Adrenalin zur Erhöhung des systolischen Blutdrucks (Pape et al., 2010, S. 812). Dieser Sachverhalt lässt sich gut an der Kopfrechen- und Eiswasserbedingung erkennen, dabei löst die Kopfrechenbedingung eine stärkere Reaktion bei den Probanden aus, als die Eiswasserbedingung. Je stärker die Einwirkung der jeweiligen Stressoren dabei ist, desto höher ist der systolische Blutdruck.
Nach der Hypothese 1.d und Hypothese 2 wurde erwartet, dass der systolische Blutdruck durch Iyengar-Yoga gesenkt wird und diese Abnahme dosisabhängig ist.
In der varianzanalytischen Auswertung zeigt sich für den systolischen Blutdruck ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Bedingung, Zeit und für die Wechselwirkung zwischen den Faktoren Bedingung x Zeit und präpost x Zeit x Gruppe. Auch in diesem Fall bestätigen die signifikanten Ergebnisse für die Bedingung, dass die durchgeführten Stresstests im Vergleich zur Grundlinie ohne Stresstest als solche funktioniert haben und valide sind.
Der Verlauf des systolischen Blutdruckes aller Gruppen ist in beiden Stressprotokollen ähnlich. Ein Anstieg in Versuchsabschnitt A, mit dem Maximum in Versuchsabschnitt B und einem Abfall in Versuchsabschnitt C auf den fast identischen Ausgangswert sind verzeichnet worden. In den Blutdruck Protokollen entspricht der Faktor Zeit den drei Versuchsabschnitten A, B und C, die das Protokoll in die Bereiche vor, während und nach

dem Stresstest einteilen. Der beschriebene Verlauf ist die physiologische Antwort auf die Stresstests. Der systolische Blutdruck steigt nach der Ankündigung in Versuchsabschnitt A an und erreicht während der Stresstests im Versuchsabschnitt B die höchsten Werte. Diese Werte sind gegenüber der Grundlinie ohne Stresstest signifikant.
In allen Gruppen ist der systolische Blutdruck (bis auf zwei Ausnahmen) in der Nachuntersuchung (T2) höher, selbst im Grundlinie ohne Stresstest-Protokoll zeigen die Probanden höhere Werte als zur Voruntersuchung (T1). Diese Ausnahmen betreffen Gruppe 2 im Eiswasser-Protokoll und Gruppe 1 im Kopfrechen-Protokoll, hier sind die Werte in der Nachuntersuchung niedriger.

Die Auswertung des signifikanten Haupteffektes des Faktors präpost x Zeit x Gruppe deutet auf keine differenzierte Wirkung des Iyengar-Yoga auf den systolischen Blutdruck der Gruppen. Auch hier ist der systolische Blutdruck in der Nachuntersuchung (T2) mit Ausnahme in der Gruppe 2 in allen Gruppen höher. Gruppe 1 hat in beiden Untersuchungen (T1 und T2) über alle Versuchsphasen hinweg die höchsten Werte. In der Nachuntersuchung (T2) folgt ihr die Gruppe 0, dann die Gruppe 2. Die niedrigsten systolischen Blutdruck Werte werden in der Gruppe 3 zu beiden Untersuchungen (T1 und T2) registriert. Die Zunahme des systolischen Blutdruckes lässt sich durch Gewichtszunahmen oder geänderte Rauchgewohnheiten der Probanden nicht erklären.
Auffallend ist, dass Gruppe 2 zur Nachuntersuchung (T2) über alle Versuchsabschnitte hinweg im Mittel einen niedrigeren systolischen Blutdruck aufweist als zur Voruntersuchung (T1). In der Gruppe 0 hingegen ist der systolische Blutdruck in der Voruntersuchung (T1) über alle Versuchsabschnitte niedriger als in der Nachuntersuchung (T2). Bei einer Dosisabhängigkeit von Iyengar-Yoga auf den systolischen Blutdruck wäre zu erwarten gewesen, dass die Kontrollgruppe die höchsten Werte aufweist und die restlichen Gruppen der Teilnahme an Yoga entsprechend abnehmende Werte vorweisen. Nun muss beachtet werden, dass sich in der Kontrollgruppe die meisten Sporttreibenden befanden. Damit ist eine Vergleichbarkeit eventuell nicht gegeben. Nach den Hypothesen ließe sich annehmen, dass der systolische Blutdruck von Gruppe 1 bis 3 abnimmt, bestenfalls dosisabhängig ist. Das ist aber nicht der Fall. Nur in der Gruppe 2 senkt sich der systolische Blutdruck.
Cohen et al. (2011) untersuchten in einer randomisierten kontrollierten Studie die Effekte von dreimonatigem Iyengar-Yoga auf den Blutdruck bei Patienten mit Pre- und Grad 1 Hypertension. Die Kontrollgruppe erhielt eine individuelle Diätumstellung verschrieben.

In der 24-Stunden-Blutdruckmessung wurden in dieser signifikante ($p<0.05$) Abnahmen des systolischen Blutdrucks um 5mm Hg, des diastolischen Blutdrucks um 3mm Hg und des mittleren arteriellen Drucks um 3 mm Hg verzeichnet. Diese Abnahmen waren bis zur sechsten Woche signifikant. Innerhalb der Iyengar-Yogagruppe wurden signifikante ($p<0.05$) Abnahmen des systolischen Blutdrucks um 6 mm Hg, des diastolischen und des mittleren arteriellen Drucks um 5 mm Hg über einen Zeitraum von 12 Wochen verzeichnet. Es gab keine Gruppenunterschiede im Katecholamin- und Cortisolmetabolismus mit dem die Abnahme des Blutdrucks in der Yogagruppe bis zur 12 Woche erklärbar wäre. Durch eine dreimonatige Iyengar-Yogaintervention lässt sich der Blutdruck innerhalb dieser Studienpopulation klinisch relevant senken (Cohen et al. 2011).
Bei Blutdruck gesunden Frauen innerhalb dieser Studie führt Iyengar-Yoga zum gegenteilig erwartetem Effekt, zur signifikanten Erhöhung des systolischen Blutdruckes, statt zu einer Senkung. Dabei lag der höchste gemessene Wert bei 126 mmHg während eines Stresstests. Per Definition entspricht dieser Wert der Kategorie des normalen Blutdruckes. Iyengar-Yoga könnte demnach einen regulierenden Einfluss auf den Blutdruck haben, auch bei Gesunden mit normalem Blutdruck. Alle Probanden hatten zu Beginn einen optimalen Blutdruck. Der höchste Wert, der in den Grundlinie ohne Stresstest-Protokollen in der Voruntersuchung (T1) erhoben worden war, lag systolisch bei 122 mmHg. Nach der Intervention verschob sich der systolische Wert in den normalen Bereich, Gruppenunterschiede wurden dabei nicht festgestellt.
Zusammenfassend lässt sich sagen, dass nur innerhalb der Gruppe 2, mit mittelgradiger Teilnahme an den Yogainterventionen der systolische Blutdruck zur Nachuntersuchung sinkt. Vielleicht entspricht diese Dosis einem möglichen Wirkungseffekt von Iyengar-Yoga. In den restlichen Gruppen sind die Werte zur Nachuntersuchung gestiegen. Nach diesen Ergebnissen werden die Hypothesen 1.d und 2 verworfen.

4.1.6 Diastolischer Blutdruck

Nach Hypothese 1.d und Hypothese 2 sollte der diastolische Blutdruck durch Iyengar-Yogaübungen abnehmen und diese Abnahme dosisabhängig sein. Es konnte gezeigt werden, dass für den Faktor Gruppe keine signifikanten Haupteffekte festgestellt wurden und somit Iyengar-Yogaübungen keinen Einfluss auf den diastolischen Blutdruck haben. Demnach wurde Hypothese 1.d und die Hypothese 2 verworfen. Stattdessen zeigte sich in

der varianzanalytischen Auswertung für den diastolischen Blutdruck ein signifikanter Haupteffekt für die Faktoren der Bedingung, Zeit und für die Wechselwirkung zwischen den Faktoren Bedingung x Zeit. Wie im Falle des systolischen Blutdruckes bestätigen die signifikanten Ergebnisse für die Bedingung auch hier, dass die durchgeführten Stresstests gegenüber der Grundlinie ohne Stresstest als solche funktioniert haben.
Der Verlauf des diastolischen Blutdruckes ist mit dem des systolischen Blutdruckes ähnlich, nur mit dem Unterschied, dass die Werte nicht so hoch sind. Der Faktor Zeit entspricht auch hier den drei Versuchsabschnitten A, B und C, die das Protokoll in die Bereiche vor, während und nach dem Stresstest einteilen. Auch hier erhöht der kognitive Stressor den diastolischen Blutdruck mehr als der Eiswassertest.
Es wurde die physiologische Antwort des diastolischen Blutdruckes auf die Stresstests gemessen. Im Protokollverlauf mit einem Anstieg im Versuchabschnitt A, mit dem Maximum in B und dem Abfall in C auf den fast identischen Ausgangswert. Diese erhobenen Werte sind der Grundlinie ohne Stresstest gegenüber signifikant. Die Hypothesen 1.d und 2 werden demnach verworfen.

4.2 Adhärenz und Compliance

Für die Adhärenz und Compliance wurden unterschiedliche Gründe angeben, die hier im Einzelnen aufgezählt und nach der ursprünglichen Gruppeneinteilung zugeordnet werden.
In der Gruppe 1 wechselten zwei Probanden nach zwei Interventionen den Arbeitsplatz und die Termine der Yogaschule passten nicht oder stressten zu sehr. Zwei weitere Probanden gaben Verletzungen in Form von einem Bänderriss am Fuß nach zwei Interventionen und eine Bänderzerrung nach drei Interventionen an. Diese Verletzungen standen nicht im Zusammenhang mit der Yogaintervention.
Innerhalb der Gruppe 2 gab es nach der ersten Intervention einen Drop-out ohne Angaben von Gründen. Dieser Proband erschien auch nicht zur Nachuntersuchung (T2). Ein Proband gab in dieser Gruppe nach 11 Interventionen für den Abbruch der Teilnahme die Gründe Klausurstress und sommerliche Kreislaufprobleme an. Eine Knie-Operation bei gleichzeitigem Pflegefall in der Familie wurde von einem Proband nach zehn Interventionen angeführt. Ein Proband erlitt einen Todesfall in der Familie und verzeichnete beim Abbruch drei Interventionen. Einem weiteren Probanden war der

Zeitaufwand nach vier Interventionen zu hoch. Bis auf den Dropout erschienen alle Probanden zur Nachuntersuchung (T2).

Alle Ereignisse standen nicht im Zusammenhang mit der Intervention. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass die genannten Gründe den tatsächlichen Beweggründen wie z. B. Unzufriedenheit mit der Gruppeneinteilung, der Intervention, dem Yogalehrer oder dem Studienleiter vorgeschoben wurden. Es ist noch einmal zu erwähnen, dass bisher noch nie Yoga erfahrene Probanden in diese Studie eingeschlossen wurden. Die Iyengar-Yogamethode gehört in seiner Ausführung zu den anstrengendsten Arten unter den verschiedenen Yogarichtungen.

Bezüglich der mäßigen Teilnahme sollte auch bedacht werden, ob zwei mal pro Woche Iyengar-Yoga mit 90 minütigen Einheiten für eine Studienpopulation mit einem Arbeits- und Familienalltag inklusive den Zeiten für die An- und Abfahrt zur Yogaschule überhaupt durchführbar ist. Auffallend ist, dass mehr Probanden aus der Gruppe 2 ausfielen. Ein Review mit Metaanalyse fasst die Drop-out-Quote in 168 randomisierten und kontrollierten Yogastudien zusammen. Man kam zu dem Ergebnis, das die Gesamt-Drop-out-Rate bei 11.42% (95% CI= 10.11%, 12.73%) in den Yogagruppen liegt. Bei einer Interventionsdauer von 12 Wochen stieg die Drop-out-Rate auf 15,23% (95% CI= 11.79, 18.68%). Die Gefahr liegt darin, dass durch unterschätzte Ausfälle falsch negative Ergebnisse generiert werden und man mit einer Drop-out-Quote von 15- 20% rechnen muss (Cramer et al. 2016). Auch wenn die Drop-out-Rate mit einem Probanden in dieser Studie verhältnismäßig sehr niedrig und so die Adhärenz hoch ist, wären mehr Teilnahmen an den Yogainterventionen wünschenswert gewesen. Aufgrund dieser Tatsache wurden die Gruppen nach inhaltlichen Fakten, sprich nach der Teilnahme an den Yogainterventionen neu eingeteilt, um eine Effektstärke von Iyengar-Yoga aufzeigen zu können.

4.3 Nebenwirkungen und Therapiesicherheit von Iyengar-Yoga

Es wurden keine Verletzungen, nachteiligen Ereignisse bzw. gegensätzliche Effekte des Yogaübens von den Probanden während der Studiendauer berichtet. Lediglich der Muskelkater, der bei guter Mitarbeit vom Yogalehrer und der Studienleitung erwartet wurde, kam seitens der Probanden zur Ansprache.

Ein Review bestätigt diese Beobachtung. Nach Durchsicht von 301 randomisierten und kontrollierten Studien in einem Zeitraum von 1975- 2014 wird Yoga als eine sicherere

therapeutische Intervention als andere körperliche Übungen und sicherer als die übliche Therapieform innerhalb der untersuchten Studien erachtet. Allerdings sind für solche Aussagen Studien nötig, die adäquate Ergebnisse berichten (Cramer et al. 2015).

4.4 Stärken und Limitationen dieser Studie

4.4.1 Stärken

Die vorliegende randomisierte und kontrollierte Studie weist methodologisch einen hohen Standard nach Jadad auf und beinhaltet daneben weitere Stärken, wie klar definierte Ein- und Ausschlusskriterien und den Einsatz von validierten Messmethoden in einem Interventionszeitraum von drei Monaten. Als weitere Stärken sind der Vergleich von drei Yogaintensitäten, Iyengar-Yoga als sichere Interventionsmethode und ein Yogaunterricht mit hoher Qualität durch einen zertifizierten Iyengar-Yogalehrer mit langjähriger Erfahrung anzusehen.

4.4.2 Limitationen

Die vorliegende Studie weist folgende Schwächen auf, auf die in diesem Kapitel und in der abschließenden Diskussion im Einzelnen eingegangen wird.
Die Analyse der ursprünglichen Gruppeneinteilung brachte in den Zielparametern keine signifikanten Ergebnisse. Als Ursache hierfür ist in erster Linie in der fehlenden Fallzahlberechnung zu sehen. Die in die Studie eingeschlossene Probandenzahl war wahrscheinlich zu klein, um einen tatsächlichen vorhandenen Effekt von Iyengar-Yoga nachzuweisen. Die mäßigen Teilnahmen unterstützen zudem diese Ergebnisse. Nach Neueinteilung der Gruppen nach Yogaintensität, sprich nach der Stundenanzahl der Teilnahmen, konnte eine Effektstärke aufgezeigt werden. Dieser Umstand lässt die Schlussfolgerung zu, dass neben der Fallzahlberechnung auch größere Stichproben nötig sind, um die geringen Teilnahmen abzufangen und positive Ergebnisse aufzeigen zu können. Die Teilnahme an den Yogainterventionen war mittelmäßig bis akzeptabel, sie nahm ab je häufiger Yoga geübt werden sollte. Der Grund hierfür könnte darin liegen, dass die Interventionen innerhalb dieser Stichprobe schwer in den Alltag einzubinden waren. Es

kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob häufigeres Iyengar-Yogaüben stärker erwartete positive Effekte gehabt hätte.

Die Rekrutierung erfolgte mit weiblichen Probanden mittleren Alters, die sich auf eine Annonce in einer lokalen und kostenlosen Stadtzeitung gemeldet hatten. Aufgrund des Austeilungsortes und der Tatsache, dass diese Zeitung ggf. nicht alle Haushalte erreicht, weil sie nicht erwünscht ist, könnte die bestimmte Leserschaft/ Stichprobe nicht repräsentativ sein und das Ergebnis wäre somit nur bedingt auf die übrige Bevölkerung übertragbar.

Die Rekrutierung von Probanden, die sich selbst als stressbelastet sehen, birgt die Gefahr einer Verfälschungstendenz der Befragten durch Über- oder Untertreibung, sowie der Antworttendenz in Richtung sozialer Erwünschtheit. Es wurde kein Testtrennwert (englisch cut-off) bestimmt, bei dem Probanden als "nicht gestresst" eingestuft und somit nicht in die Studie eingeschlossen wurden. Der Cohen Perceived Stress Scale Summenscore lag zur Eingangsuntersuchung zwischen 19- 31 Punkten, was zum Teil einer nicht sehr stresshaften Situation bei einem maximalen Summenscore von 56 Punkten entspricht.

Ebenso ist es nicht einschätzbar, in welchem Umfang auf die beobachteten Effekte des Iyengar-Yoga unspezifische Effekte, wie der Glaube der Probanden, dass Yoga einen gesundheitlichen Effekt hat, einen Einfluss haben. So ist nicht auszuschließen, dass Studienergebnisse durch die Erwartungshaltung der Probanden beeinflusst werden konnten. Die Effektivität der Therapie ist zudem vom Lehrer abhängig, der einen großen Faktor in der Intervention darstellt. Die Herausforderung besteht darin, einen erfahrenen, geduldigen Yogalehrer zu finden, der Yoga als Therapie ansieht und diese dementsprechend dem Patienten näher bringt (Riley 2004). Bei Yogastudien besteht keine Möglichkeit, diese unter doppelblinden Bedingungen durchzuführen, wie es die Kriterien nach Jadad einfordern. Es muss mit in Betracht gezogen werden, dass der Yogalehrer zu unspezifischen Effekten, durch seine zuteil werdende Aufmerksamkeit, durch Sympathien oder Antipathien ihm gegenüber beitragen kann. Diese systematische Einschränkung begründet das durchgehend hohe bzw. unklare Biasrisiko innerhalb dieser Studie.

Die Yoga-Atemlenkung Pranayama wurde in dem Interventionszeitraum dieser Studie nicht durchgeführt, es wurden unter diesen Umständen nur die Effekte der Asanas auf die Zielparameter erhoben. Atemübungen erhöhen den vagalen Tonus, das wiederum mit einer erhöhten Herzfrequenzvariabilität einhergeht (Pramanik et al. 2010).

Eine weitere Limitierung ist, dass kein Langzeit Follow-up erfolgte. Der positive Effekt von den Iyengar-Yogaübungen könnte nur von kurzer Dauer gewesen sein. Ebenso limitierend stellte sich heraus, die Evaluation verpasst zu haben, in wie weit sich die üblichen Sportgewohnheiten der Gruppen zur Nachuntersuchung geändert haben.

4.5 Abschließende Diskussion

Innerhalb dieser randomisierten und kontrollierten Studie konnte der viel beanspruchte Effekt auf die selbstwahrgenommene Stressreduktion durch Iyengar-Yogaübungen und deren Dosisabhängigkeit nicht dargestellt werden.

Andere Studien konnten den Disstress-reduzierenden Effekt von Iyengar-Yoga darstellen. In einer randomisierten kontrollierten Studie wurden die Effekte von Iyengar-Yoga auf das Stressempfinden und die Lebensqualität bei gestressten Frauen untersucht. Die Teilnehmerinnen wurden in wöchentlich einmal (Gruppe 1), zweimal Yoga (Gruppe 2) oder in die Warte-/ Kontrollgruppe zugeteilt. Der Gesamtscore des Cohen Perceived Stress Scale sank in der Gruppe eins nach der dreimonatigen Intervention von 34.0 auf 24.9 Punkte, in der Gruppe zwei von 35.8 auf 28.1 Punkte. In der Kontrollgruppe zeigten sich keine relevanten Veränderungen. Es zeigten sich signifikante Gruppenunterschiede im Cohen Perceived Stress Scale Gesamtscore im Vergleich zur Kontrollgruppe in der Abnahme um -6.7 ($p=0.002$) innerhalb der Gruppe eins und eine Abnahme um -4.7 ($p=0.036$) innerhalb der Gruppe zwei. In den weiteren Zielparametern Lebensqualität (QOL, $p=0.012$), Ängstlichkeit (State Trait Anxiety, $p=0.003$), Depression (CES-D, $p=0.008$), aktuelle Befindlichkeit (Mood States Being, $p=0.07$) und körperlichem Befinden (bodily complaints, $p=0.012$), wurden in den Yogagruppen ebenfalls signifikante Verbesserungen im Verhältnis zur Kontrollgruppe verzeichnet. Es konnte keine statistisch relevante Dosis-Wirkung-Beziehung von Iyengar-Yoga aufgezeigt werden, was mit der niedrigen Compliance begründet wird. Mit dieser Studie konnte gezeigt werden, dass Iyengar-Yoga eine spezifische Wirksamkeit auf das Stressempfinden und die Lebensqualität bei gestressten Frauen hat (Michalsen et al. 2012).

In einer dieser vorausgegangenen, nicht randomisierten Kontrollstudie zeigte sich ebenfalls die schnelle Stress -und Angstreduktion bei gestressten Frauen durch Iyengar-Yoga. Die Zielparameter wurden durch die Fragebögen, Cohen Perceived Stress Scale, State-Trait

Anxiety Inventory, Profile of Mood States, CES-D, Bf-S/Bf-S, Well-Beeing Scales, Freiburger Beschwerdeliste und Fragebögen zum körperlichen Wohlbefinden beurteilt.
Die Speichelcortisol-Konzentration wurde vor und nach einer Yogaeinheit untersucht. Nach dreimonatiger Yogapraxis verbesserten sich die Ergebnisse in der Yogagruppe im Vergleich zur Warte-/ Kontrollgruppe durch signifikante Abnahmen im selbst wahrgenommenem Stress ($p<0.02$), in der Abnahme der Angst ($p<0.01$) und der Depressionssymptome ($p<0.05$). Die Speichelcortisol-Konzentration war nach der Yogaeinheit signifikant erniedrigt ($p<0.05$). Zudem berichteten die Probanden über die Minderung ihrer Kopf- und Rückenschmerzen. Ein Erklärungsversuch der Ergebnisse ist, dass die Ausübung der Asanas aktivierend wirkt und durch die gleichzeitige Beherrschung dieser, die Probanden sich wohler und besser fühlen als zu Beginn der Studie (Michalsen et al. 2005).
Eine randomisierte kontrollierte Vergleichsstudie Studie (n=45) untersuchte mit aktiven Kontrollgruppen die Effekte von Brain Wave Vibration, Iyengar-Yoga und Achtsamkeitsübungen auf die Stimmung (Depression, Stress), Schlafverhalten, Achtsamkeit, Aufnahmevermögen, Gesundheit, Erinnerungsvermögen und Speichelcortisol-Konzentration. Alle drei Interventionsarten minderten Stress und erhöhten die Aufmerksamkeit. Die Stimmung und die Vitalität verbesserte sich unter Brain Wave Vibration und Iyengar-Yoga mehr als in der Achtsamkeitsgruppe. Das Aufnahmevermögen verbesserte sich nur in der Gruppe der Achtsamkeitsübungen. Alle drei Interventionen verkürzten die Einschlafzeit, davon durch Brain Wave Vibration signifikant ($p=0.04$). Die Depressionssymptome verringerten sich nur in der Brain Wave Vibration Gruppe. Es wurden keine relevanten Veränderungen hinsichtlich der Speichelcortisol- Konzentration, des Erinnerungsvermögens und der Gesundheit verzeichnet. Die fünfwöchige Iyengar-Yogaintervention zeigte in dieser Studie keine spezifische Wirksamkeit auf Depressionssymptome und auf die Speichelcortisol-Konzentration (Bowden et al. 2012).
Ein 2013 veröffentlichtes Review, das zwölf randomisierte Studien (n=619) einschloss untersuchte die Effekte von Yoga auf Depressionssymptome. Die primären Ergebnisse zielten auf den Schweregrad und auf die Remissionsrate der Depression, die sekundären auf Veränderung der Angst, Lebensqualität und der Sicherheit ab. Bezüglich des Schweregrades der Depressionen zeigte Yoga im Verhältnis zur Standardbehandlung eine moderate Evidenz im Kurzzeiteffekt ($p<0.001$). Aerobic und Entspannungsübungen waren weniger effektiv. Auf die Ängstlichkeit hatte der Kurzzeiteffekt von Yoga keinen Einfluss, die Entspannungsübungen zeigten größere Wirkung ($p=0.004$). Wegen der Heterogenität

und Unvollkommenheit der Studien, nur drei hatten ein niedriges Biasrisiko, konnte keine Aussage zu den Langzeiteffekten von Yoga auf die untersuchten Zielkriterien getroffen werden (Cramer et al. 2013).

Der Einfluss einer dreimonatigen Iyengar-Yogaintervention auf depressive Symptome wurde in einer randomisierten kontrollierten Studie untersucht. Die Yogaübungen wurden mit Atemübungen in Form von je fünf Atemzügen pro Minute verbunden. In die Studie wurden depressive Probanden mit einem Beck Depressions Inventory-II (BDI-II) Score ab 14 Summenpunkten aufgenommen, die nicht medikamentös behandelt wurden oder deren Medikationsdosis in den letzten drei Monaten stabil war. Die Probanden (n=30) wurden in eine high-dose-group (HDG) mit drei Interventionen von je 90 Minuten und in eine low-dose-group (LDG) mit je zwei Interventionen pro Woche eingeteilt. Beide Gruppen waren gleich groß. In der HDG sank der BDI-II Score von 24.6 ± 1.7 zu Beginn auf 6.0 ± 3.8 zum Ende der Intervention signifikant (-18.6 ± 6.6; $p<0.001$). In der LDG waren die Effekte ebenso signifikant (-17.7 ± 9.3; $p<0.001$). Hier sank der BDI-II Score von 27.7 ± 2.1 zu Beginn auf 10.1 ± 7.9 zum Ende der Intervention. Iyengar-Yoga zeigte sich effektiv in der Reduktion der Depressionssymptome in dieser Patientengruppe und scheint ein sinnvolles komplementärmedizinisches Verfahren zu sein, das ggf. langfristig nach vorheriger Anleitung selbst durchführbar ist (Streeter et al. 2017).

Entscheidend könnte in dieser Studie die Komponente der Atemübungen gewesen sein, denn emotionaler Stress korreliert mit dem vagalen Tonus, messbar durch die Herzfrequenzvariabilität. Die signifikante Zunahme der Herzfrequenzvariabilität durch Iyengar-Yogaübungen ist belegt. Allerdings wurde ein von B.K.S. Iyengar speziell für Herzpatienten entwickeltes Programm geübt, das gegen Placebo-Entspannungsübungen und gegen eine Kontrollgruppe verglichen wurde. Die Parameter wurden 24 Stunden am Übungstag und während des Übens erhoben (Khattab et al. 2007). Yoga nach B.K.S. Iyengar setzt sich aus den Asanas und dem Pranayama zu einem ganzen System zusammen. Durch die bewusste Atemlenkung Pranayama kann der Geist ruhig gestellt werden, dieser Zustand führt zu Ruhe und Gelassenheit (Mehta et al, 2001, S. 165 ff.). Diese Aspekte können die Funktion des autonomen Nervensystems modulieren. Wie schon in der Einleitung erwähnt, sind bei Übungen, die vornehmlich auf eine ruhige Atmung fokussiert sind, primär Zunahmen im gemischt sympathisch-parasympathisch moduliertem LF-Bereich der Herzfrequenzvariabilität nachzuweisen (Vestweber & Hottenrott 2002; Hoos et al. 2004; Vaschillo et al. 2006). Diese Erkenntnisse führen zu dem Schluss, dass durch die bewusste ruhige Atemlenkung in der Ausführung von Pranayama die Aktivität

des Parasympathikus erhöht wird und somit auch der RMSSD und die Herzfrequenzvariabilität zunimmt (Kuppusamy et al. 2016). Gleichzeitig wird die Stress Response beruhigt. Das parasympathische Nervensystem zielt auf den Zustand der Ruhe und Erholung ab. Die Pranayama-Atmung scheint so unter anderem ihren Einfluss auf die Psyche und stressbedingte Symptome zu haben (Pramanik et al. 2010; Saoji et al. 2018). Pranayama wurde in dem Interventionszeitraum dieser Studie nicht durchgeführt, es wurden nur die Asanas mit der abschließenden Entspannungshaltung geübt. Der Grund hierfür liegt darin, dass Pranayama-Atemübungen nicht mit Anfängern geübt werden darf. Erst wenn die Asanas beherrscht werden geht man zum Pranayama über (Iyengar, 2017, S.36). Unter diesen Umständen wurden nur die Effekte der Iyengar-Yoga-Asanas erhoben, der spezifische Effekt bzw. der Wirkmechanismus von Iyengar-Yoga durch die Pranayama-Atmung auf die Zielparameter konnte nicht beschrieben werden, wodurch ein Vergleich mit anderen Studienergebnissen erschwert wird und heterogene Ergebnisse produziert werden.

Aufschlussreich wäre der Umstand zu wissen, ob in den anderen Studien Asanas und Pranayama des Iyengar-Yoga gemeinsam geübt worden sind. 38,1% der untersuchten Studien von Cramer et al. (2014) machten keine Angabe über die eingesetzte Art des Yoga (Cramer et al. 2014). Womöglich summiert sich die Kombination von beiden und die Effektlosigkeit auf den Summenscore des Cohen Perceived Stress Scale und die niedrige Effektstärke auf den RMSSD in dieser Studie könnten darin begründet sein, dass Pranayama nicht Teil der Übungen waren. Allerdings kann jedoch präzisiert werden, dass in dieser Studie keine Stressminderung durch die Ausführung der Asanas stattgefunden hat, was in der Veränderung im Cohen Perceived Stress Scale Summenscore sichtbar geworden wäre. Der RMSSD nimmt durch das Üben der Asanas zu, auf den Cohen Perceived Stress Scale Summenscore, sprich auf das Stressempfinden, haben die Asanas keinen Effekt. Die Effekte der Asanas und von Pranayama, sowohl einzeln als auch in der Kombination auf dieselbe Stichprobe, die auch gleichzeitig die eigene Kontrollgruppe nach Baseline darstellt, sind interessant und würden zu mehr Erkenntnissen in diesem Zusammenhang führen.

Die vorliegenden Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Iyengar-Yoga die Herzfrequenzvariabilität erhöht, jedoch führte eine Dosiserhöhung des Iyengar-Yogas nicht zu stärkeren positiven Effekten. Das Mittelmaß der Interventionsstärke scheint besser zu sein als ein höheres Maß. In weiteren Studien erhöhte Iyengar-Yoga die Herzfrequenzvariabilität mehr als andere Sportarten, die als Kontrolle dienten, wie Laufen

(Peter et al. 2015), Schwimmen (Sawane & Gupta 2015) oder Rennradfahren (Patil et al. 2013). In einer randomisierten Untersuchung zeigte sich, dass weder Yoga noch Aerobic einen Einfluss auf die zeit- und frequenzbasierten Parameter der Herzfrequenzvariabilität hat. In die Studie wurden 335 Frauen im peri-/ post-menopausalen Alter mit vasomotorischen Symptomen eingeschlossen (Jones et al. 2016).

Zu kontroversen Ergebnissen und gegenteiligen Hypothesen kam eine weitere Studie. Der LF und die LF/HF Ratio stiegen in der Yogagruppe signifikant an. Der pNN50 Wert, der einen Indikator für die Aktivität des parasympathischen Nervensystems darstellt (Loellgen 2018) senkte sich. Verbesserung wurde in Form von körperlicher Flexibilität, muskuloskeletaler Fitness und in der Angstreduzierung verzeichnet. Man schlussfolgerte, dass die Stichprobe aus Büroarbeitern mit Yogasessions in den Mittagspausen nicht repräsentativ war (Cheema et al. 2013).

Für eine umfassende Literaturüberprüfung mit der Fragestellung, ob Yoga einen positiven Effekt auf die Herzfrequenzvariabilität hat, wurden 59 Studien mit insgesamt 2358 Teilnehmern eingeschlossen. Die meisten Studien stammen aus Indien, mit kleinen Teilnehmerzahlen, bestehend aus gesunden, männlichen Probanden. Größtenteils wurden die Daten nach einer Yogasession erhoben. Insgesamt sind 15 der Studien randomisiert, davon haben sechs einen Jadad-Score von drei. Tyagi et al. (2015) als auch Posadzki et al. (2015) machen durch ihre Literaturübersicht darauf aufmerksam, dass viele Studien eine schlechte Qualität aufweisen und unter diesen Umständen kritisch zu beurteilen sind (Tyagi et al. 2015; Posadzki et al. 2015). Der Jadad-Score dient zur Beurteilung der Qualität klinischer Interventionsstudien. Der Fokus liegt auf der Randomisierung und Verblindung und ob diese sachgerecht und doppelblind durchgeführt wurden. Drop-Outs sollen begründet werden. Für diese Merkmale wird jeweils ein Punkt vergeben. Studien mit einem Score von unter drei Punkten weisen nach dem Jadad-Score eine schlechte Qualität auf (Jadad 1996; Behrens & Langer, 2004, S. 197-198).

Eine ähnliche Schlussfolgerung hat ein Review mit der Fragestellung, ob indische Yogastudien erfolgreicher sind als Studien aus anderen Ländern. Es wurden 306 randomisierte Studien eingeschlossen, die einen positiven Effekt von Yogainterventionen berichteten. Davon stammen 131 Studien aus Indien. Insgesamt zeigten 91% der Studien positive Ergebnisse für Yoga. Auffällig war, dass Studien, die in Indien durchgeführt worden waren, ein 25- faches positiveres Ergebnis berichteten als Studien aus anderen Ländern. Cramer schließt daraus, dass diese Studien zur Evaluation der Effekte von Yoga mit Vorsicht betrachtet werden müssen (Cramer et al. 2015). Ein weiteres Review über

Effekte von Yoga auf Herzerkrankungen konnte nur eine schwache Empfehlung aussprechen. Es wurden sieben randomisierte Studien (n=624) eingeschlossen. Bei Patienten mit KHK hat Yoga auf die Mortalität niedrige und bei Patienten mit Herzinsuffizienz und Rhythmusstörungen einen niedrigeren bis gar keinen Effekt. Die aktuelle Studienlage war nicht ausreichend, um den Einsatz von Yoga bei diesen Herzerkrankungen sicher zu empfehlen (Cramer et al. 2016).

Die Asanas des Iyengar-Yoga sind eine körperliche Bewegungsform mit isometrischer Muskelkontraktion, das heißt eine besondere Form des Krafttrainings, wobei Muskeln über eine gewisse Zeit angespannt werden ohne ihre Länge zu verändern. Gleichzeitig werden andere Muskeln gedehnt und so Flexibilität erreicht. Die präzise körperliche Arbeit wird kombiniert mit der geistigen Fokussierung und Hervorhebung der Achtsamkeit auf diese körperliche Haltung unter der Berücksichtigung des Atemmusters, der ruhigen und gleichmäßigen Atmung durch die Nase trotz Anstrengung. Es konnte belegt werden, dass der RMSSD und die parasympathische Aktivität nach Stretching sich erhöht (Farinatti et al. 2011). Eine erhöhte Muskelflexibilität geht mit erhöhter Herzfrequenzvariabilität einher. Dabei reichten 15 Minuten tägliches Üben über vier Wochen bei männlichen Athleten aus. Die Autoren fanden, dass Stretching den vagalen Tonus erhöht bzw. den sympathischen vermindert und somit die Herzfrequenzvariabilität erhöht wird. Sie empfehlen Stretching als effektive und sanfte Technik zur Gesundheitserhaltung, dabei sei der Effekt auf die Herzfrequenzvariabilität unabhängig vom Erfolg des eigentlichen Stretchings (Mueck-Weymann et al. 2004). Durch die Dehnung wird der Tonus des Parasympathikus hochgesetzt, so könnte die fühlbare Entspannung erklärbar sein. Der Muskeltonus reduziert sich und in Folge dessen nehmen Verspannungen ab.
Das Erklärungsmodel in den Ländern des Westens, warum Hatha-Yoga bei der Behandlung von Krankheiten hilft, zieht folgende Gründe in Betracht: Die Veränderung des autonomen Nervensystems durch einen reduzierten Sympathikotonus. Durch die gleichzeitige Aktivierung antagonistischer neuromuskulärer Systeme, (z. B. in der Flexion und Extension) werden Muskel- und Sehnenspindeln gereizt, das wiederum erhöht die Beweglichkeit und steigert die Entspannungsantwort des neuromuskulären Systems. (Riley 2004). Die ruhige, gleichmäßige und tiefe Atmung in den Asanas und das Dehnen der Muskeln erhöht den parasympathischen Tonus. Die spezielle Atemtechnik und Atemleitung Pranayama, erhöht ebenfalls den Tonus des Parasympathikus (Kuppusamy et al. 2016; Pramanik et al. 2010). Subjektiv stellt sich das Gefühl der Stressminderung ein,

objektiv erhöht sich durch die Minderung des Sympathikotonus die Herzfrequenzvariabilität. Es liegen Studien vor, die die Wirksamkeit von Yoga in diesen Zielparametern während des Übens aufzeigen und wiederum andere, die das Gegenteil behaupten (Nivethitha et al. 2017). Innerhalb dieser Studie konnte in dem Zielparameter der Stressminderung kein positives Ergebnis für Iyengar-Yoga aufgezeigt werden. Ebenso überraschte der Anstieg des systolischen Blutdrucks bei gesunden Probanden mit optimalem Blutdruck zur Nachuntersuchung.

Um die Breite des Fachs und das wissenschaftliche Interesse an den Effekten von Yoga zu verdeutlichen, soll hier ein Review abschließend Überblick geben. Es wurden alle randomisierten kontrollierten Yogastudien von 1974- 2014 mit 312 Studien aus 23 Ländern mit n=22.548 bibliometrisch erfasst. Die Interventionsdauer lag im Mittel bei neun Wochen (ein Tag bis zu einem Jahr). In der Mehrheit der Studien (55,6%) wurden die Effekte von Yoga im Vergleich gegen nicht spezifische Behandlungen der Kontrollgruppe untersucht. Die restlichen Studien wiesen insgesamt 21 unterschiedlichste Interventionsarten in den Kontrollgruppen auf. Der Großteil aller Studien (zu 84,6%) wurde mit Erwachsenen, 33.7% aller Studien mit älteren Erwachsenen und 9.9% aller Studien mit Kindern durchgeführt. Vierundachtzig Studien (26,9%) schlossen Gesunde, die restlichen Studien Teilnehmer mit bis zu 63 verschiedenen Erkrankungen ein. Die Häufigsten waren Depression 5.5 %, Mamma-CA 5.4 %, Asthma 4.5 % und Diabetes mellitus 4.2%. Die Mehrzahl der Studien (41%) setzte 46 unterschiedliche Yogaarten ein, 38.1% trafen keine Aussage darüber, 11.2 % wendeten Hatha-Yoga und 9.6% Yogaatmung an. In 78,1% der Studien wurden Yogahaltungen geübt, gefolgt von Atemkontrolle 74,4% und Meditation 49%. In 10.3% aller Studien wurden philosophische Vorträge gehalten. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Interesse an Studien mit Yogainterventionen in den letzten Jahren stark gestiegen ist. Ein Großteil der Studien stammte aus Indien, gefolgt von Amerika. Vielen Studien sind durch zu kleine Stichproben Grenzen gesetzt, häufig wurden die gleichen Krankheiten und Beschwerden untersucht (Cramer et al. 2014). Die vielen Yogastudien sollten jedoch mit besonderer Sorgfalt betrachtet werden. Unter anderem wird durch Doppelpuplikationen Evidenz vorgetäuscht. Letztendlich sind die unterschiedlichen Yogaarten auch nicht einfach miteinander vergleichbar. Wichtig scheint hier der Anteil der Asanas und den Atemübungen zu sein. Überdies gibt es Yogaarten, in denen im sitzen meditiert wird und keine körperliche Betätigung in Form von Asanas stattfinden. Selbst Iyengar-Yoga stellt trotz seiner strengen Ausbildung keine

standardisierte Intervention dar. Abgesehen von der präzisen Ausführung von Asanas und Pranayama trägt der Unterricht die persönliche Note jeden Lehrers.
Diese Umstände müssen beim Vergleich von Studienergebnissen berücksichtigt werden.

4.6 Schlussfolgerungen

Nach den Ergebnissen dieser Studie stellt sich die Frage, ob die Außerachtlassung der Pranayama-Atemlenkung zu diesen weniger aussagefähigen Ergebnissen in den Zielparametern Cohen Perceived Stress Scale Summenscore und RMSSD geführt hat.
Die mäßigere Teilnahme an den Interventionen ist wahrscheinlich ein weiterer Grund, dass diese Studie nicht genug Power hat, um statistisch signifikante Ergebnisse in den Zielparametern aufzeigen zu können. Die kleine Stichprobenzahl könnte auch zu diesen Ergebnissen beigetragen haben. Eventuell ist wegen der mäßigen Teilnahme die Interventionsdauer zu kurz gewählt worden. Iyengar-Yoga selber und die regelmäßige Übungsfrequenz sind nicht unbedingt für jeden geeignet. Die Teilnehmer mussten in der Studie für die Kurse keine Kursgebühren zahlen, sie bekamen auch keine Vergütung. Diese beiden Punkte könnten mit geringerer Motivation einhergehen und möglicherweise in zukünftigen Studien berücksichtigt werden. Durch gewisse Anreize ist es denkbar, die Adhärenz und Compliance am Yogaunterricht erhöhen zu können. Allerdings sollten übermäßige Aufwandsentschädigungen vermieden werden, weil das die Gefahr birgt, dass bestimmte Personengruppen dies als Anreiz zur Studienteilnahme nehmen und sich ggf. dadurch angeregt fühlen mehr im Sinne der sozialen Erwünschtheit zu handeln (Felnhofer et al., 2011, S. 73).
Sehr viele Studien belegen die Wirksamkeit von Yoga auf die hier untersuchten Zielparameter. Als Ursache für Signifikanzen, die in dieser Studie nicht replizierbar waren, ist in erster Linie in der fehlenden Fallzahlberechnung zu sehen. Die Probandenanzahl war wahrscheinlich zu klein und die Studie hatte nicht genug Power, um einen tatsächlichen vorhandenen Effekt von Iyengar-Yoga nachzuweisen. Nach Neueinteilung der Gruppen nach Yogaintensität, sprich nach der Stundenanzahl der Teilnahmen, konnte eine Effektstärke aufgezeigt werden. Ebenso könnten die Ergebnisse darin begründet liegen, dass die Stichprobe in dieser Studie nicht zufällig die Grundgesamtheit wiederspiegelt.
Trotz der aufgezeigten Limitierungen legen die hier vorgestellten Studienergebnisse nahe, das Iyengar-Yogaübungen einen positiven Effekt auf die Herzfrequenzvariabilität bei

Frauen mit selbstwahrgenommen Stress haben und diese erhöhen kann. Jedoch führte intensiveres Iyengar-Yogatraining nicht zu höheren positiven Effekten in diesem Punkt. Ein Mittelmaß der Interventionsanzahl scheint innerhalb dieser Stichprobe wirksamer gewesen zu sein als intensives Üben. Zusammenfassend zeigen bislang durchgeführte Studien, dass durch Yogainterventionen eine signifikante Stressreduktion und positive Effekte auf die Herzfrequenzvariabilität erreicht werden kann.

Ein großer Kritikpunkt dieser Studie, die vor zwölf Jahren durchgeführt wurde, ist die fehlende Fallzahlberechnung. In der Zwischenzeit fanden große personelle Veränderungen in der Forschungsabteilung der Klinik für Naturheilkunde und integrative Medizin statt. Die heutigen Studien sind durch die qualitative Betreuung methodisch korrekt.
Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass die Atemübungen Pranayama nicht geübt wurden. Diese sollen allerdings auch nicht mit Anfängern durchgeführt werden (Iyengar, 2017, S. 37). Richtigerweise hat sich der Yogalehrer an diese Regel gehalten. Allerdings könnte das Weglassen dieser Atemübungen einen Einfluss auf die Ergebnisse haben und Vergleiche zu anderen Studien werden dadurch erschwert. Ein Review stellt fest, dass langsames Atmen einen positiven Einfluss auf die kardiovaskulären und autonomen Variablen hat als schnelles Atmen. Man kommt zu dem Schluss, dass Pranayama-Atmung ein wichtiger Teil der Yogapraxis ist. Allerdings existiert eine Lücke an Untersuchungen, die speziell die Yogaatemtechniken untersuchen, um den Mechanismus dahinter zu begründen (Nivethitha et al. 2016). Bei allen Kritikpunkten und Limitationen dieser Studie ist die Fragestellung, ob Iyengar-Yoga einen Einfluss auf die Herzfrequenzvariabilität hat aktuell. Nach ausführlicher Recherche der letzten zehn Jahre nach der Datenerhebung gibt es kaum Studien, die sich mit dem Thema befassen bzw. in diese Richtung forschen. Insbesondere gibt es keine Studien mit Untersuchungen in Form von Stresstests, die den Einfluss von Iyengar-Yoga auf die Herzfrequenzvariabilität darstellen.
Die Studie wurde wieder von mir aufgenommen, weil die Ergebnisse für diverse Patientengruppen sehr nützlich sein könnten und sich neue Therapieformen daraus ermöglichen. Ein weiteres Review bestätigt vorteilige Effekte, die bei Gesunden durch Yogaatmung ausgelöst werden, zudem ist diese Technik unter Aufsicht eine sichere Methode (Saoji et al. 2018). Das die Herzfrequenzvariabilität allein durch die Pranayama Atmung positiv beeinflussbar ist, könnte einen Benefit bei der Behandlung von z. B. immobilen oder geriatrischen Patienten, denen körperliche Bewegung nicht zumutbar ist oder die sie gar nicht ausüben können darstellen. So kann die Herzfrequenzvariabilität im

Liegen und ohne große körperliche Anstrengungen durch unterschiedliche Muster der Ein- und Ausatmung trainiert werden. Diese Trainingsmethode könnte nach Anleitung ohne Therapeuten durch Tonaufnahmen selbständig ausgeführt werden.

In Zukunft sollten weitere methodisch hochwertige Studien mit berechneter Stichprobengröße durchgeführt werden. Dabei sollten insbesondere die spezifischen Wirkungen der Iyengar-Yoga-Asanas und der Iyengar-Yoga-Pranayama-Atemlenkung untersucht werden. Um die Effekte von beiden Elementen des Iyengar-Yogas besser darzustellen, sollten diese sowohl in voneinander getrennten Interventionen als auch kombiniert miteinander in der gleichen Stichprobe betrachtet werden. Zwischen den Interventionen sollte eine gewisse Zeitspanne liegen, um einen eventuellen Langzeiteffekt, der ebenfalls erhoben werden sollte, zu umgehen. So wäre die Stichprobe ihre eigene Kontrollgruppe, was die Vergleichbarkeit der Daten eindeutiger machen würde.
Für die Stichprobe wäre es empfehlenswert, nur mit gesunden Probanden zu arbeiten. Bestenfalls sollten diese Probanden keinem Sport und keiner Meditation nachgehen, so ließe sich der Trainingseffekt auf die Herzfrequenzvariabilität deutlicher zeigen. Um weitere differenzierte Aussagen zu tätigen, könnten Stichproben nur mit Frauen und nur mit Männern weiterhelfen, ggf. in getrennten Interventionsgruppen, damit weitere Effekte ausgeschlossen werden können. So wäre ein Vergleich zwischen Asanas und Pranayama möglich und der Vergleich der Summierung womöglich mit Unterschieden zwischen den Geschlechtern aufzeigbar.
Von weiterem Interesse wäre die Fragestellung, wie sich Iyengar-Yoga auf den Blutdruck bei Gesunden auswirkt. Untersuchungen mit Hypertonikern, wie z. B. von Cohen et al. (2011) liegen vor (Cohen et al. 2011), jedoch ist die Datenlage mit Gesunden unzureichend. Eventuell hat Iyengar-Yoga einen regulierenden Einfluss auf den Blutdruck, auch bei Gesunden mit optimalem Blutdruck. Eine mögliche Anwendung von Iyengar-Yoga könnte in diesem Fall bei Hyper- und Hypotonie die Medikamenteneinnahmen reduzieren.
Zusammenfasend spricht die vorliegende systematische Arbeit dafür, dass bei Frauen mit geringen bis moderatem Trainingsaufwand innerhalb von wenigen Monaten signifikante Steigerungen der Herzfrequenzvariabilität durch Iyengar-Yoga möglich sind. Dieses Ansprechen auf die Intervention weist auf das hohe Potenzial solcher Maßnahmen hin.
Abschließend sind die Ergebnisse dieser Studie nicht in allen Zielparametern eindeutig ausreichend, um den Einsatz von Iyengar-Yoga auf diese sicher zu empfehlen. Sie zeigen

den dringenden Bedarf solider Primärdaten. Bessere und differenzierte Studien sind nötig, um die Wirksamkeit sowie die Langzeitwirkung von Iyengar-Yoga zu begründen und so die Akzeptanz für diese Methode als Therapiemöglichkeit zu schaffen, die langfristig nach vorheriger Anleitung selbst durchführbar, sicher und kostengünstig ist.

5. Zusammenfassung

Iyengar-Yoga ist ein traditionelles, indisches Körperübungsverfahren. Mit dieser dreiarmigen randomisiert kontrollierten Studie wurden die Effekte von dreimonatigem Iyengar-Yoga bei 36 gesunden Frauen mit subjektiv erhöhter Stressbelastung auf das Stressempfinden und auf die autonome kardiale Funktion überprüft. Es wurden definierte Ein- und Ausschlusskriterien verwendet. Verglichen wurden zwei Interventionsgruppen mit wöchentlich einmaliger (Gruppe 1) bzw. zweimaliger Teilnahme (Gruppe 2) am Yogaunterricht mit einer Warte-/ Kontrollgruppe (Gruppe 0). Die Yogainterventionen wurden durch einen zertifizierten Iyengar-Yogalehrer in einer Yogaschule durchgeführt.

Alle Zielparameter wurden vor und nach dem dreimonatigen Iyengar-Yoga-Treatment erhoben. Der primäre Zielparameter wurde durch die Differenz im Summenscore des Fragebogens Cohen Perceived Stress Scale, der das Ausmaß des subjektiv wahrgenommenen Stress und der erlebten Belastungen der vergangenen Wochen beurteilt, definiert. Die sekundären Zielparameter wurden durch die mittlere Differenz der Parameter Speichelcortisol-Konzentration im Tagesprofil, der Herzfrequenzvariabilität analysiert durch den gängigen zeitbasierten Parameter RMSSD, der Herzrate und dem systolischen und diastolischen Blutdruck definiert. Die Kreislaufparameter wurden mittels Kurzzeit-EKG-Aufzeichnungen unter Stresstestbedingungen in Form von Kopfrechenaufgaben und einem Eiswassertest gegen die Grundlinie in Ruhe erhoben.

Um den Effekt durch Iyengar-Yogaübungen zu verdeutlichen, wurden die ursprünglichen Gruppen nach der Teilnahmeanzahl an den Interventionen ausgewertet. Die neue Einteilung sah wie folgt aus: Gruppe 1 mit 1-6 Interventionsteilnahmen, Gruppe 2 mit 7-12 Teilnahmen, Gruppe 3 mit 19-24 Teilnahmen und Gruppe 0 mit 0 Teilnahmen.

Der Effekt der Stressreduktion durch Iyengar-Yogaübungen und seine Dosisabhängigkeit konnte in dieser Studie durch Veränderungen des Summenscores des Cohen Perceived Stress Scale und der Speichelcortisol-Konzentration nicht dargestellt werden. Es zeigten sich signifikante Haupteffekte von Iyengar-Yoga auf den RMSSD und somit auf die Herzfrequenzvariabilität, die in allen Gruppen zunahm ohne eine Gruppendifferenzierung aufzuzeigen. Ebenso wurden signifikante Haupteffekte auf den systolischen Blutdruck verzeichnet. Dieser nahm entgegen der Erwartung zu, blieb jedoch im normalen Bereich ohne dabei eine Gruppendifferenzierung aufzuzeigen. Alle restlichen signifikanten Ergebnisse bestätigten die validen Testbedingungen mit den physiologischen Reaktionen auf die Stresstestprotokolle gegen die Grundlinie ohne Stresstest.

6. Literaturverzeichnis

1. Agelink M.W., Malessa R., Baumann B., Majewski T., Akila F., Zeit T., Ziegler D. (2001):
Standardized tests of heart rate variability: normal ranges obtained from 309 healthy humans, and effects of age, gender, and heart rate.
Clin Auton Res. Apr; 11 (2): 99-108.

2. Amin D., Goodman M. (2014):
The effects of selected asanas in Iyengar yoga on flexibility: pilot study.
J Bodyw Mov Ther. Jul; 18 (3): 399-404.

3. Appels A., Bar F., van der Pol G., Erdmann R., Assmann M., Trijsburg W., van Diest R., van Dixhorn J., Mendes de Leon C. (2005):
Effects of treating exhaustion in angioplasty patients on new coronary events: results of the randomized Exhaustion Intervention Trial (EXIT).
Psychosom Med. Mar-Apr; 67 (2): 217-23.

4. Behrens J., Langer G. (2004):
Evidence-based Nursing.
Bern: Hans Huber Verlag; s. bes. S. 197-198.

5. Birbaumer, N. (1977):
Zum Problem der Psychosomatik.
In: N. Birbaumer (Hrsg): Psychophysiologie der Angst. 2. Auflage.
München: Urban & Schwarzenberg Verlag.

6. Birbaumer, N. , Schmidt R. F. (2006):
Biologische Psychologie. 6. Auflage
Heidelberg: Springer Medizin Verlag; s. bes. S. 149, 150, 151.

7. Blumenthal J.A, Sherwood A., Guilette E.C, Georgiades A., Tweedy D. (2002):
Biobehavial approaches to the treatment of essential hypertension.
J Consult Clin Psychol. Jun; 70 (3): 569-89.

8. Boutcher S. H., Stein P. (1995):
Association between heart rate variability and training response in sedentary middle-aged men.
Eur J Appl Physiol Occup Physiol.; 70 (81): 75-80.

9. Bowden D., Gaudry C., An S.C., Gruzelier J. (2012):
A comparative randomised controlled trial of the effects of brain wave vibration training, iyengar yoga, and mindfulness on mood, well-beeing
and salivary cortisol.
Evid Based Complement Alternat Med. 2012: 234713.

10. Bower J.E., Greendale G., Crosswell A.D., Garet D., Sternlieb B., Ganz P.A., Irwin M.R., Olmstead R., Arevalo J., Cole S.W. (2014):
Yoga reduces inflammatory signaling in fatigued breast cancer survivors:
a randomized controlled trial.
Psychoneuroendocrinology May; 43: 20-9.

11. Bösel, R. u. a. (1978):
Stress. Einführung in die psychosomatische Belastungsforschung.
Hamburg: Hoffman und Campe Verlag; s. bes. S. 37.

12. Castillo-Richmond A., Schneider R.H., Alexander C.N., Cook R., Myers H., Nidch S., Haney C., Rainforth M., Salermo J. (2000):
Effects of stress reduction on carotid atherosclerosis in hypertensive African Americans.
Stroke Mar; 31 (3): 568-73.

13. Cheema B.S., Houridis A., Busch L., Raschke-Cheema V., Melville G.W., Marshall P.W., Chang D., Machliss B., Lonsdale C., Bowman J., Colagiuri B. (2013):
Effect of an office worksite-based yoga program on heart rate variability:
outcomes of a randomized controlled trial.
BMC Complement Altern Med. Apr 10; 13: 82.

14. Cheung C., Park J., Wyman J.F. (2016):
Effects of Yoga on Symptoms, Physical Function, and Psychosocial Outcomes in Adults with Osteoarthritis: A Focused Review.
Am J Phys Med Rehabil. Feb; 95 (2): 139-51.

15. Chu I.H., WU W.L., Lin I.M., Chang Y.K., Lin Y.J., Yang P.C. (2017):
Effects of Yoga on Heart Rate Variability and Depressive Symptoms in Woman: A Randomized Controlled Trial.
J Altern Complement Med. Apr; 23 (4): 310-16.

16. Cohen D.L., Bloedon L.T., Rothman R.L., Farrar J.T., Galantiono M.L., Volger S., Mayor C., Szapary P.O., Townsend R.R. (2011):
Iyengar Yoga versus Enhanced Usual Care on Blood Pressure in Patients with Prehypertension to Stage I Hypertension: a Randomized Controlled Trial.
Evid Based Complement Alternat Med. 2011: 546428.

17. Cohen S., Kamarck T., Mermelstein R. (1983):
A global measure of perceived stress.
J Health Soc Behav. Dec; 24 (4): 383-96.

18. Cramer H. (2015):
[Yoga in Germany- Results of a Nationally Representative Survey].
Forsch Komplementmed. 22 (5): 304-10.

19. Cramer H., Ward L., Steel A., Lauche R., Dobos G., Zhang Y. (2016):
Prevalence, Patterns, and Predictors of Yoga Use: Results of a U.S. Nationally Representative Survey.
Am J Prev Med. Feb; 50 (2): 230-5.

20. Cramer H., Lauche R., Haller H., Dobos G. (2013):
A systematic review and meta-analysis of yoga for low back pain.
Clin J Pain. May; 29 (5): 450-60.

21. Cramer H., Lauche R., Hohmann C., Lüdtke R., Haller H., Michalsen A., Langhorst J., Dobos G. (2013):
Randomized-controlled trial comparing yoga and home-based exercise for chronic neck pain.
Clin J Pain. Mar; 29 (3): 216-23.

22. Cramer H., Lauche R., Langhorst J., Dobos G. (2013):
Yoga for rheumatic disease: a sytematic review.
Rheumatology (Oxford). Nov; 52 (11): 2025-30.

23. Cramer H., Thoms MS, Anheyer D. Lauche R., Dobos G. (2016):
Yoga in Woman With Abdominal Obesity: a Randomized Controlled Trial.
Dtsch Arztbl Int. Sep 30; 113 (39): 645-652.

24. Cramer H., Lauche R., Klose P., Lange S., Langhorst J., Dobos G. (2017):
Yoga for improving health-related quality of life, mental health and cancer-related symptoms in woman diagnosed with breast cancer.
Cochrane Database Syst Rev. Jan 3; 1: CD 010802.

25. Cramer H., Lauche R., Klose P., Langhorst J., Dobos G. (2013):
Yoga for schizophrenia: a systematic review and meta-analysis.
BMC Psychiatry. Jan 18; 13: 32.

26. Cramer H., Lauche R., Haller H., Steckhan N., Michalsen A., Dobos G. (2014):
Effects of yoga on cardiovascular disease risk factors: a systematic review and meta analysis.
Int J Cardiol. May 1; 173 (2): 170-83.

27. Cramer H., Haller H., Dobos G., Lauche R. (2016):
A Systematic Review and Meta-Analysis Estimating the Expected Dropout Rates in Randomized Controlled Trials on Yoga Interventions.
Evid Based Complement Alternativ Med. 2016; 2016: 5859729.

28. Cramer H., Ward L., Saper R., Fishbein D., Dobos G., Lauche R.: (2015):
The safety of Yoga: A Sytematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials.
Am J Epidemiol. Aug 15; 182 (4): 281-93.

29. Cramer H., Lauche R., Langhorst J., Dobos G. (2013):
Yoga for depression: a systematic review and meta-analysis.
Depress Anxiety. Nov; 30 (11): 1068-83.

30. Cramer H., Lauche R., Dobos G. (2014):
Characteristics of randomized controlled trials of yoga: a bibliometric analysis.
BMC Complement Altern Med. 14: 328.

31. Cramer H., Lauche R., Langhorst J., Dobos G. (2015):
Are Indian yoga trials more likely to be positive than those from other countries? A systematic review of randomized controlled trials.
Contemp Clin Trials. Mar; 41: 269-72.

32. Cramer H., Lauche R., Haller H., Dobos G., Michalsen A. (2016):
A systematic review of yoga for heart disease.
Eur J Prev Cardiol. Mar; 22 (3): 284-95.

33. Dekker J. M., Crow R.S., Folsom A.R., Hannan P. J., Liao D., Swenne C.A., Shouten E.G. (2000):
Low heart rate variability in a 2-minute rhythm strip predicts risk of coronary heart disease and mortality from several causes:
the ARIC Study. Atherosclerosis Risk In Communities.
Circulation Sep 12; 102 (11): 1239-44.

34. Dinas P.C., Koutedakis Y., Flouris A.D. (2013):
Effects of active and passive tobacco cigarette smoking on heart rate variability.
Int J Cardiol. Feb 20; 163 (2): 109-15.

35. Dorsch (2009):
Lexikon der Psychologie. 15.Auflage.
Bern: Hans Huber Verlag.

36. Esch T. (2002):
[Health in stress: change in the stress concept and it`s significance for prevention, health and life style].
Gesundheitswesen Feb; 64 (2): 73-81.

37. Esperer H.D. (2004):
Physiologische Grundlagen der Herzfrequenzvariabilität.
In K. Hottenrott (Hrsg.), Herzfrequenzvariabilität im Fitness- und Gesundheitssport (Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft 142, 11-40).
Hamburg: Czwalina Verlag.

38. Esperer H.D. (1992):
Die Herzfrequenzvariabilität. Ein neuer Prognoseparameter für die nichtinvasive Risikostratifikation nach Myokardinfarkt und arrhythmogener Synkope.
Herzschr Elektrophys 3, 1-16.

39. Evans S., Lung K.C., Seidman L.C., Sternlieb B., Zeltzer L.K., Tsao J.C. (2014):
Iyengar Yoga for adolescents and young adults with irritable bowel syndrome.
J Pediatr Gastroenterol Nutr. Aug; 59 (2): 244-53.

40. Evans S., Moieni M., Sternlieb B., Tsao J.C., Zeltzer L.K. (2012):
Yoga for youth in pain: the UCLA pediatric pain program model.
Holist Nurs Pract. Sep- Oct; 26 (5): 262-71.

41. F.A.Z. und T.K. (2009):
Erhebung zur Stressbelastung in der deutschen Bevölkerung.
Frankfurt am Main, Hamburg: F.A.Z.-Institut für Management-, Markt- und Medieninformation GmbH, Techniker Krankenkasse, 2009: 3-28.

42. Farinatti P.T., Brandao C., Soares P.P., Duarte A.F. (2011):
Acute effects of streching exercise on the heart rate variability in subjects with low flexibility levels.
J Strength Cond Res. June; 25 (6): 1579-85.

43. Felnhofer A., Kothgassner O.D., Kryspin-Exner I. (2011):
Ethik in der Psychologie.
Wien: Facultas Verlags-und Buchhandels AG; s. bes. S. 73.

44. Galton F. (1886):
Regression towards mediocrity in hereditary stature.
The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland.
1886; 15: 246–63.

45. Harner H., Hanlon A.L: Garfinkel M. (2010):
Effect of Iyengar yoga on mental health of incarcerated woman: a feasibility study.
Nurs Res. Nov- Dec; 59 (6): 389-99.

46. Hoos O., Heidenreich B., Betz M., Stoll O., Hottenrott K. (2004):
Effekte einer körperorientierten Entspannung auf HRV und Befindlichkeit.
In K. Hottenrott (Hrsg.), Herzfrequenzvariabilität im Fitness- und Gesundheitssport (Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft 142, 142-152).
Hamburg: Czwalina Verlag.

47. Hottenrott K., Hoos O., Esperer H.D. (2006):
Heartratevariabilitiy and physical exercise. Current status.
Herz. Sep; 31 (6): 544-52.

48. Innes K.E., Selfe T.K. (2016):
Yoga for Adults with Type 2 Diabetes: A Systematic Review of Controlled Trials.
J Diabetes Res. 2016: 6979370.

49. Iyengar, B. K. S. (2017):
Licht auf Yoga. 7.Auflage.
Hamburg: Nikol Verlag; s. bes. S. 34 ff.

50. Jacobs B.P, Mehling W., Avins A.L, Goldberg H.A., Acree M., Lasater J.H., Cole R.J., Riley D.S., Maurer S. (2004):
Feasibility of conducting a clinical trial on Hatha yoga for chronic low back pain: methodological lessons.
Altern Ther Health Med. Mar- Apr; 10 (2): 80-3.

51. Jadad A.R., Moore R.A., Caroll D., Jenkinson C., Reynolds D.J., Gavaghan D.J., Mc Quay H.J. (1996):
Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding nessary?
Controll Clin Trials. Feb; 17 (1): 1-12.

52. Jahnke, W. (1974):
Psychophysiologische Grundlagen des Verhaltens.
In: M. v. Kerekjarto (Hrsg): Medizinische Psychologie.
Heidelberg: Springer Verlag; s. bes. S. 1-101.

53. Jones S.M., Guthrie K.A., Reed S.D., Landis C.A., Sternfeld B., La Croix A.Z., Dunn A., Burr R.L., Newton K.M. (2016):
A yoga & exercise randomized controlled trial for vasomotor symptoms:
Effects on heart rate variability.
Complement Ther Med. Jun; 26: 66-71.

54. Joynt K.E, O′Conner C.M. (2005):
Lessons from SADHEART, ENRICHD, and other trials.
Psycosom Med. May- Jun; 67 Suppl 1: S 63-6.

55. Khattab K., Khattab A.A., Ortak J., Richardt G., Bonnemeier H. (2007):
Iyengar yoga increases cardiac parasympathetic nervous modulation among healthy yoga practitioners.
Evid Based Complement Altern Med. Dec; 4 (4): 511-17.

56. Kirschbaum C., Pirke K.M., Hellhammer D.H. (1993):
The `Trier Social Stress Test´- a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting.
Neuropsycholobiology. 1993; 28 (1-2): 76-81.

57. Kleist P. (2006):
Vier Effekte, Phänomene und Paradoxe in der Medizin.
Schweizer Med Forum. 2006; 6: 1023-7.

58. Kuppusamy M., Kamaldeen D., Pitani R., Amaldas J. (2016):
Immediate Effects of Bhramari Pranayama on Resting Cardiovascular Parameters in Healthy Adolescents.
J Clin Diagn Res. 2016 May;10 (5): CC 17-9.

59. Lauche R., Langhorst J., Lee M.S., Dobos G., Cramer H. (2016):
A systematic review and meta-analysis on the effects of yoga on weight-related outcomes.
Prev Med. Jun; 87: 213-32.

60. Levy M.N., Ng M.L. Zieske H. (1966):
Functional distribution of the peripheral cardiac sympathetic pathways.
Circ Res. Sep; 19 (3): 650-661.

61. Levy M.N, Zieske H. (1969):
Autonomic control of cardiac pacemaker activity and atrioventricular transmission.
J Appl. Physiol. Oct; 27 (4): 465-470.

62. Liao D., Cai J., Rosamund W.D., Barnes R.W., Hutchinson R.G., Whitsel E.A., Rautaharju P., Heiss G. (1997):
Cardiac autonomic function and incident coronary heart disease: a population-based case-cohort study. The ARIC Study. Atherosclerosis Risk in Communities Study.
Am J Epidemiol. Apr 15; 145 (8): 696-706.

63. Loellgen D. (2018):
Herzratenvariabilität und autonome Funktion-Begriffe und Parameter.
Online Lexikon HRV- Herzratenvariabilität- Herzfrequenzvariabilität.
http://www.hrv24.de/pdfs/Deborah-Loellgen-Lexikon-HRV-Herzratenvariabilitaet-Herzfrequenzvariabilitaet.pdf

64. Mahlo L., Tiggemann M. (2016):
Yoga and positive body image: A test of the Embodiment Model.
Body Image Sep; 18: 135-42.

65. Malarkey W.B., Pearl D.K., Demers L.M., Kiecolt-Glaser J.K., Glaser R., (1995):
Influence of academic stress and season on 24-hour mean concentration of ACTH, cortisol, and beta-endorphin.
In: Psychoneuroendocrinology 20 (5), S.499-508.

66. Markil N., Whithurst M., Jacobs P.L., Zoller R.F. (2012):
Yoga Nidra relaxation increase heart rate variability and is unaffected by a prior bout of Hatha yoga.
J Altern Complemet Med. Oct: 18 (10): 953-58.

67. Mehta S., Mehta M., Mehta S. (2001):
Yoga Gymnastik für Entspannung, Energie und Wohlbefinden. 7. Auflage.
München: Christian Verlag; s. bes. S. 8, 12, S.165 ff.

68. Melanson E.L., Fredson P.S. (2001):
The effects of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adults male.
Eur J Appl Physiol. Sep; 85 (5): 442-9.

69. Michalsen A., Grossmann P., Acil A., Langhorst J., Lüdtke R., Esch T., Stefano G.B, Dobos G.J. (2005):
Rapid stress reduction and anxiolysis among distressed woman as a consequence of a three month intensive yoga program.
Med Sci Monit Dec; 11 (12): CR 555-561.

70. Michalsen A., Jeitler M., Brunnhuber S., Lüdtke R., Büssing A., Musial F., Dobos G., Kessler C. (2012):
Iyengar Yoga for Distressed Woman: A 3-Armed Randomized Controlled Trial.
Evid Based Complement Alternat Med. 2012; 2012 : 408727.

71. Mück-Weymann M. (2002):
Die Variabilität der Herzschlagfolge- Ein globaler Indikator für Adaptivität in bio-psycho-sozialen Funktionskreisen.
Praxis klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation 60, 324-330.

72. Mueck-Weymann M., Janshoff G., Mueck H. (2004):
Stretching increases heart rate variability in healthy athletes complaining about limited muscular flexibilit.
Clin Auton Res. Feb; 14 (1): 15-18.

73. Nambi G.S., Inbasekaran D., Khuman R., Devi S., Shanmugananth, Jagannathan K. (2014):
Changes in pain intensity and health related quality of life with Iyengar yoga in nonspecific chronic low back pain: A randomized controlled study.
Int J Yoga. Jan- Jun; 7 (1): 48-53.

74. Nationale Versorgungs Leitlinie (2017):
Nicht-spezifischer Kreuzschmerz. 2.Auflage.
www.leitlinien.de/mdb/downloads/nvl/kreuzschmerz/kreuzschmerz-2aufl-vers1-kurz.pdf; s. bes. S. 14 ff.

75. Niebauer Josef (2015):
Sport-Kardiologie.
Heidelberg: Springer Verlag; s. bes. S. 92 ff.

76. Nivethitha L., Manjunath N.K., Mooventhan A. (2017):
Heart Rate Variability Changes During and after the Practice of Bhramari Pranayama.
Int J Yoga. 2017 May-Aug; 10 (2): 99-102.

77. Nivethitha L., Mooventhan A., Manjunath N.K. (2016):
Effects of Various Pranayama on Cardiovascular and Autonomic Variables
Anc Sci Life. 2016 Oct-Dec; 36 (2): 72-77.

78. Pape H.C., Kurtz A., Silbernagel S. (2010):
Physiologie. 6. Auflage.
Stuttgart: Thieme Verlag; s. bes. S. 812.

79. Patil S.G, Mullur L.M, Khodnapur J.P, Dhanakshirur G.B, Aithala M.R. (2013):
Effect of yoga on short-term heart rate variability measures as a stress index subjunior cyclists: a pilot study.
Indian J Physiol Pharmacol. Apr-Jun; 57 (2): 153-8.

80. Peerdeman K.J., van Laarhoven A.I., Keij S.M., Vase L., Rovers M.M., Peters M.L., Evers A.W. (2016):
Relieving patients´pain with expectation intervention: a meta-analysis.
Pain. Jun; 157 (6): 1179-91.

81. Peter R., Sood S., Dhawan A. (2015):
Spectral Parameters of HRV in Yoga Practitioners, Athletes And Sedentary Males.
Indian J Physiol Pahrmacol. Oct-Dec; 59 (4): 380-7.

82. Posadzki P., Kuzdzal A., Lee M.S, Ernst E. (2015):
Yoga for heart Rate Variability: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Clinical Trials.
Appl Psychophysiol Biofeedback. Sep; 40 (3): 239- 49.

83. Pramanik T., Pudasaini B., Prajapati R. (2010):
Immediate effect of a slow pace breathing exercise Bhramari pranayama on blood pressure and heart rate.
Nepal Med Coll J. Sept; 12 (3): 154-7.

84. Pschyrembel (2014):
Klinisches Wörterbuch. 266. Auflage.
Berlin: De Gruyter Verlag.

85. Riley D. (2004):
Hatha Yoga and the treatment of illness.
Altern Ther Health Med. Mar-Apr; 10 (2): 20-1.

86. Rosengren A., Hawken S., Ounpuu S., Sliwa K., Zubaid M., Almahmeed W.A., Blakett K.N., Sitthiamorn C., Sato H., Yusuf S.; INTERHEART investigators (2004):
Association of psychosocial risk factors with risk of acute myocardial infarction in 11119 cases and 13648 controls from 52 countries (the INTERHEART study): case-control study.
Lancet Sep 11-17; 364 (9438): 953-62.

87. Ross A., Touchton-Leonhard K., Yang L., Wallen G. (2016):
A National Survey of Yoga Instructors and their Delivery of Yoga Therapy.
Int J Yoga Therap. Jan; 26 (1): 83-91.

88. Ross A., William L., Pappas-Sandonas M., Touchton-Lenhard K., Fogel D. (2015):
Incorporating Yoga Therapy into Primary Care: The Casey Health Institute.
Int J Yoga Therap. 25 (1): 43-9.

89. Rozanski A., Blumenthal J.A., Davidson K.W., Saab P.G., Kubzansky L. (2005):
The epidemiology, pathophysiology, and management of psychosocial risk factors in cardiac practice: The emerging field of behavioral cardiology.
J Am Coll Cardiol. Mar 1; 45 (5): 637-651.

90. Sachse K. (2004):
Fitness für die Seele.
Focus Magazin 6/ 2004; s. bes. S. 114-124.

91. Santana M.J., S-Parrila J., Loadman M., Lien D.C., Feeny D. (2013):
An assessment of the effects of Iyengar yoga practice on the health-related quality of life of patients with chronic respiratory diseases: a pilot study.
Can Respir J. Mar-Apr; 20 (2): e 17-23.

92. Saoji A.A., Raghavendra B.R., Manjunath N.K. (2018):
Effects of yogic breath regulation: A narrative review of scientific evidence.
J Ayurveda Integr Med. 2018 Jan 30. pii: S0975-9476 (17) 30322-4.

93. Satzer, R. (2002):
Stress und psychische Belastung.
Frankfurt am Main: Bund- Verlag GmbH; s. bes. S. 17.

94. Sawane M.V., Gupta S.S. (2015):
Resting heart rate variability after yogic training and swimming:
A prospective randomized comparative trial.
Int J Yoga. Jul- Dec; 8 (2): 96-102.

95. Schandry, R. (1998):
Lehrbuch Psychophysiologie.
Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens. 3. Auflage.
Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union; s. bes. S. 74, 75, 79, 80, 81, 122, 127, 136 ff, 143.

96. Schuit A. J., van Amelsvoort L.G., Verheij T.C., Rijneke R.D., Maan A.C., Swenne C.A., Shouten E.G. (1999):
Exercise training and heart rate variability in older people.
Med Sci Sports Exerc. Jun; 31 (6): 816-821.

97. Selye H., Köbcke H.: (1953):
Einführung in die Lehre vom Adaptationssyndrom.
Stuttgart: Georg Thieme Verlag; s. bes. S.16 ff.

98. Silbernagel S. , Despopoulus A. (2012):
Taschenatlas der Physiologie. 8. Auflage.
Stuttgart: Thieme Verlag; s. bes. S. 310 ff.

99. Skyschally A. (1994):
Die Wertigkeit der Herzfrequenzvariabilität als nicht invasiver Indikator der autonomen Innervation des menschlichen Herzens.
Essen Dissertationsschrift.

100. Streeter C.C., Gerbarg P.L., Whitfield T.H., Owen L., Johnston J., Silveri M.M., Gensler M., Faulkner C.L., Mann C., Wixted M., Hernon A.M., Nyer M.B., Brown E.R., Jensen J.E. (2017):
Treatment of Major Depressive Disorder with Iyengar Yoga and Coherent Breathing: A Randomized Controlled Dosing Study.
J Altern Complement Med. Mar; 23 (3): 201-207.

101. Telles S., Sharma S.K, Gupta R.K, Bhardwaj A.K, Balkrishna A. (2016):
Heart rate variability in chronic low back pain patients randomized to yoga or standard care.
BMC Complement Altern Med. Aug 11; 16 (1): 279.

102. Tsuji H., Venditti F.J. Jr., Manders E.S., Evans J.C., Larson M.G., Feldman Ch. L., Levy D. (1994):
Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort.
The Framingham Heart Study.
Circulation Aug; 90 (2): 878-83.

103. Tsuji H., Venditti F.J. Jr., Manders E.S., Evans J.C., Larson M.G., Feldman Ch.L., Levy D. (1996):
Determinants of heart rate variability.
J Am Coll Cardiol. Nov 15; 28 (6): 1539-46.

104. Tyagi A., Cohen M. (2016):
Yoga and heart rate variability: A comprehensive review of the literature.
Int J Yoga. Jul-Dec; 9 (2): 97-113.

105. Vaitl D., Petermann F. (1993):
Handbuch der Entspannungsverfahren. Band 1: Grundlagen und Methoden.
Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.

106. Van Eck M., Berghof H., Nicolson N., Sulon J., (1996):
The effects of perceived stress, traits, mood states, and stressful daily events on salivary cortisol.
In Psychosom Med 58 (5), S. 447-458.

107. Vaschillo E.G., Vaschillo B., Lehrer P.M. (2006):
Characteristics of resonance in heart rate variability stimulated by biofeedback.
Appl Psychophysiol Biofeedback. Jun; 31 (2): 129-42.

108. Velasco M., Gomez J., Blanco M., Rodriguez I. (1997):
The cold pressor test: pharmacological and therapeutic aspects.
Am J Ther Jan; 4 (1): 34-8.

109. Vestweber K., Hottenrott K. (2002):
Einfluss einer speziellen Entspannungs- und Konzentrationstechnik (Freeze Frame®) auf Parameter der Herzfrequenzvariabilität.
In K. Hottenrott (Hrsg.), Herzfrequenzvariabilität im Sport. Prävention- Rehabilitation- Training (Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. 129, 141-155).
Hamburg: Czwalina Verlag.

110. Vinay A.V., Venkatesh D., Ambarish V. (2016):
Impact of short-term practice of yoga on heart rate variability.
Int J Yoga. Jan- Jun; 9 (1): 62-6.

111. Vinutha H.T., Raghavendra B.R., Manjunath N.K. (2015):
Effect of integrated approach of yoga therapy on autonomic functions in patients with type 2 diabetes.
Indian J Endocrinol Metab. Sep- Oct; 19 (5): 653-7.

112. Waelde L.C., Thomson L., Gallagher-Thomson D. (2004):
A pilot study of a yoga and meditation intervention for dementia caregiver stress.
J Clin Psychol. Jun; 60 (6): 677-87.

113. Williams K., Steinberg L., Petronis J. (2003):
Therapeutic application of Iyengar yoga for healing chronic low back pain.
Intern J Yoga Ther. (13): 55-70.

114. Wirch J.L, Wolfe L.A, Weissgerber T.L, Davies G.A. (2006):
Cold pressor test protocol to evaluate cardiac autonomic function.
Appl Physiol Nutr Metab. Jun; 31 (3): 235-43.

7. Anhang

7.1 Abkürzungsverzeichnis

ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
BMI	Body-Mass-Index
BDI-II	Beck Depressions Inventory-II
CI	Confidence Interval
CES-D	Center of Epidemiologic Studies Depression Scale
CPSS	Cohen Perceived Stress Scale
CREB	c-AMP responsive element binding protein
CRH	Corticotropin-Releasing Hormon
CRP	C-Reaktives Protein
dL	Deziliter
EKG	Elektrokardiogramm
HbA1c	Glykohämoglobin, Langzeitblutzucker
HDG	High Dose Group
HDL	High Density Lipoprotein
HF	Herzfrequenz
HRV	Heart Rate Variability
IL-6	Interleukin 6
Kg	Kilogramm
KHK	Koronare Herz Krankheit
LDG	Low Dose Group
LDL	Low Density Liproprotein
LF	Low Frequency
LF/HF Ratio	Verhältnis des Low Frequency Band zum High Frequency Band
Lj.	Lebensjahr
Mg	Milligramm
mmHG	Millimeter Quecksilbersäule
ms	Millisekunde
n	Stichprobengröße
ng/ml	Nanogramm pro Milliliter
NSAID	Non-steroidal anti-inflammtory drugs
NF-kB	Nuclear Factor kappa light chain enhancer of activated B-Cells
pNN50	Prozentsatz aufeinanderfolgender RR-Intervalle mit >50 ms Unterschied
QOL	Quality of Life
RMSSD	Root Mean Square of Successive Differences
SDNN	Standardabweichung aller RR-Intervalle (Gesamtvariabilität)
SMD	Standard Mean Deviation, mittlere Standardabweichung
s-TNF-RII	Tumornekrosefaktor II
VAS	Visuelle Analog- Skalen
VLDL	Very Low Density Lipoprotein

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Neuroendokrine Mechanismen bei der Stressreaktion	7
Abbildung 2.1:	Timeline	28
Abbildung 2.2:	Experimentelles Design für Cohen Perceived Stress Scale, Speichelcortisol-Konzentration und Eiswasserdauer	35
Abbildung 2.3:	Experimentelles Design Blutdruck	36
Abbildung 2.4:	Experimentelles Design Herzrate und RMSSD	37
Abbildung 2.5:	Versuchsanordnung	40
Abbildung 3.1:	Studien Flow Chart	47
Abbildung 3.2:	Summenscore Cohen Perceived Stress Scale	51
Abbildung 3.3:	Speichelcortisol-Konzentration im Tagesverlauf	53
Abbildung 3.4:	Eiswasserdauer	55
Abbildung 3.5:	Herzrateverläufe	58
Abbildung 3.6:	RMSSD	61
Abbildung 3.7:	RMSSD des Faktors präpost x Zeit x Gruppe	64
Abbildung 3.8:	Systolischer Blutdruck	66
Abbildung 3.9:	Systolischer Blutdruck des Faktors präpost x Zeit x Gruppe	68
Abbildung 3.10:	Diastolischer Blutdruck	70

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Physiologische Reaktion des Körpers auf die Hormone Adrenalin und Noradrenalin 7

Tabelle 2.1: Namen der geübten Asanas in Sanskrit 38

Tabelle 3.1: Stichprobenbeschreibung 48

Tabelle 3.2: Adhärenz und Compliance innerhalb der ursprünglichen Gruppeneinteilung 49

Tabelle 3.3: Adhärenz und Compliance innerhalb der neuen Gruppeneinteilung 50

Tabelle 3.4: ANOVA mit Messwiederholung des Cohen Perceived Stress Scale Summenscore 52

Tabelle 3.5: ANOVA mit Messwiederholung der Speichelcortisol-Konzentration 54

Tabelle 3.6: ANOVA mit Messwiederholung der Eiswasserdauer 55

Tabelle 3.7: ANOVA mit Messwiederholung der Herzraten 59

Tabelle 3.8: ANOVA mit Messwiederholung des RMSSD 62

Tabelle 3.9: ANOVA mit Messwiederholung des systolischen Blutdruckes 67

Tabelle 3.10: ANOVA mit Messwiederholung des diastolischen Blutdruckes 71

8. Danksagung

Die vorliegende Studie wurde an der medizinischen Fakultät der Universität Duisburg-Essen der Kliniken Essen-Mitte in der Fachabteilung Naturheilkunde und Integrative Medizin angefertigt. Sie wäre nicht ohne die Unterstützung, den Rat und die Geduld zahlreicher Personen möglich gewesen, bei denen ich mich im nachfolgenden herzlich bedanken möchte.

An erster Stelle gilt mein großer Dank meinem Betreuer, Herrn Prof. Dr. Gustav Dobos, dessen fachliche und menschliche Förderung ich sehr zu schätzen weiß. Er ermöglichte mir die interessante Aufgabenstellung verbunden mit der Möglichkeit, die vorliegende Arbeit selbständig anfertigen zu können. Ihm danke ich für die Betreuung und Verwirklichung eines großen persönlichen Wunsches, diese Dissertation.

Mein weiterer großer Dank gilt Dr. phil. Petra Klose und PD Dr. Dipl.-Psych. Holger Cramer. Durch ihre jederzeit gewährte fachliche Unterstützung war es überhaupt möglich alles zu meistern.

Außerdem gilt mein Dank Prof. Dr. Dipl.-Psych. Frauke Musial und Dipl.-Stat.Rainer Lüdtke für die Hilfe bei der Auswertung.

Allen Mitarbeitern der Fachabteilung Naturheilkunde und Integrative Medizin, sowie allen Probanden meiner Studie bin ich ebenso dankbar für die gute und zahlreiche Unterstützung und angenehme Zusammenarbeit. Des Weiteren möchte ich mich bei Arnd Eymael für seinen hervorragenden Yogaunterricht bedanken.

Besonders möchte ich an dieser Stelle meinem Ehemann Ronald Wloka für die unermüdliche Unterstützung und Motivation danken.

Oberhausen, den 15.4.2018

9. Lebenslauf

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.