Dresden International Weiterbildungsuniversität der TU Dresden University

in Kooperation mit der

OsteopathieSchule Deutschland

Lokale, regionale und globale Effekte der subokzipitalen Muskelinhibitionstechnik

Ein systematischer Literaturüberblick

Abschlussarbeit zur Erlangung des Titels Bachelor of Science

Eingereicht: 28.02.2022

Erfolgreich verteidigt: 28.04.2022

Nach formaler Revision veröffentlicht

Berlin, den 29.04.2022

Manuel Hirning

praxis@osteopathie-hirning.de

Von Herzen danke ich meinen Eltern

Rose und Horst Hirning

für Ihre großzügige finanzielle Unterstützung während meines Studiums.

Zusammenfassung

Hintergrund: Die subokzipitale Muskelinhibitionstechnik (SMIT) wird von Osteopathen und Manualtherapeuten als Behandlungselement in der Therapie unterschiedlichster Beschwerden verwendet. Obwohl sie in einer anatomisch hochkomplexen und sensiblen Region zum Einsatz kommt, gibt es nur wenige Kontraindikationen. Die vorliegende Arbeit soll zeigen, welche Behandlungseffekte für SMIT bereits nachgewiesen werden konnten.

Methodik: Die Literatursuche erfolgte in den Datenbanken Cochrane Library, PubMed, PEDro sowie Google Scholar. Der systematische Auswahlprozess wurde anhand von Ein- und Ausschlusskriterien durchgeführt und in einem PRISMA-Flussdiagramm dokumentiert. Die Ergebnisse der Studien wurden extrahiert und tabellarisch gegenübergestellt. Mit dem RoB 2-Tool der Cochrane Collaboration wurde das Biasrisiko ermittelt.

Ergebnisse: Es wurden acht randomisierte kontrollierte Studien eingeschlossen. Die Studien untersuchten Populationen mit Migräne (1x), Schleudertrauma (1x), chronischem Nackenschmerz (2x), chronischem unterem Rückenschmerz (2x) und verkürzter ischiocruraler Muskulatur (2x). Sieben der acht Studien konnten bei mindestens einer Ergebnisgröße einen signifikanten Behandlungseffekt nachweisen ($p < 0,05$). Bei einer Studie zu chronischem unterem Rückenschmerz war der Effekt nicht signifikant. Die Behandlungseffekte hinsichtlich der Schwere von Kopfschmerz (bei Migräne, sowie bei begleitendem Kopfschmerz von Probanden mit Nackenschmerz), und hinsichtlich der Elastizität der verkürzten ischiocruralen Muskulatur, lagen klar im klinisch relevanten Bereich. Auch wurde eine signifikante Verbesserung der zervikalen Rotation in Flexion festgestellt, die therapeutisch relevant sein dürfte. Das Biasrisiko wurde in sechs Studien mit „einige Bedenken“ und in zwei Studien mit „hoch“ bewertet.

Schlussfolgerung: Das größte Potential von SMIT scheint in einer, zumindest kurzfristigen, globalen Entspannung und in der Kopfschmerztherapie zu liegen. Weitere Studien, vor allem zu den Effekten von SMIT als Behandlungselement in der Therapie von kranialen und viszeralen Beschwerden, sind erforderlich.

Schlüsselwörter: Subokzipitalregion, subokzipitale Muskelinhibitionstechnik, OA-Release, Wirksamkeit, Evidenz, Osteopathie

Abstract

Background: The suboccipital muscle inhibition technique (SMIT) is regularly used by osteopaths and manual therapists. There are only few contraindications despite its use in a highly complex and sensitive region. The objective of the present work is the presentation of proven treatment effects of SMIT.

Methods: Databases including Cochrane Library, PubMed, PEDro and Google Scholar were searched. The systematic selection of literature was conducted on the basis of inclusion and exclusion criteria and documented in a PRISMA flow diagram. The results of the studies were extracted and presented in table form. The Cochrane RoB 2 tool was used to evaluate the risk of bias.

Results: Eight randomized controlled trails got included. The populations of these studies showed migraine (1x), whiplash (1x), chronic neck pain (2x), chronic low back pain (2x) and short hamstring symptom (2x). Seven of the studies detected a significant treatment effect on at least one parameter ($p < 0,05$). Only in one study on chronic low back pain no significant effect could be found. However, only the effects on headache severity (of migraine, and of the headache accompanying chronic neck pain) and on hamstring elasticity are strong enough to be clearly clinically relevant. The significant increase of cervical rotation in flexion might be therapeutically relevant as well. The risk of bias got rated as “some concerns” in six studies and as “high” in two studies.

Conclusion: The highest potentials of SMIT might be a global relaxation, at least in short-term, and its effects in the treatment of headache. Further studies, especially on the effects of SMIT in combination with other techniques in the treatment of cranial and visceral disorders, are needed.

Keywords: suboccipital region, suboccipital muscle inhibition technique, OA-release, effectiveness, evidence, osteopathy

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung ..... **I**

Abstract ..... **II**

Abbildungsverzeichnis ..... **VI**

Tabellenverzeichnis ..... **VIII**

Abkürzungsverzeichnis ..... **IX**

1 Einleitung **1**

2 Hintergrund **1**

2.1 Die Subokzipitalregion 1

2.1.1 Muskeln, Faszien und myodurale Brücken 1

2.1.2 Propriorezeption und der trigeminozervikale Komplex 3

2.2 Die subokzipitale Muskelinhibitionstechnik (SMIT) 4

2.2.1 Die Anwendung der SMIT 4

2.2.2 Forschungsstand und Forschungslücke 5

3 Zielsetzung **7**

4 Methodik **8**

4.1 Studientyp 8

4.2 Ein- und Ausschlusskriterien 9

4.3 Suchablauf 9

4.4 Qualitative Bewertung der Studien 10

5 Ergebnisse **12**

5.1 Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche 12

5.2 Merkmale der Studien 13

5.2.1 Probanden 16

5.2.2 Interventionen und Kontrollgruppen 16

5.2.3 Datenaufnahme, Zielparameter und Auswertungen 18

5.3 Ergebnisse der Studien 21

5.4 Qualitative Bewertung der Studien 25

5.4.1 Domäne 1: Bias durch den Randomisierungsprozess 26

5.4.2 Domäne 2: Bias durch Abweichungen von den vorgesehenen Interventionen 26

5.4.3 Domäne 3: Bias durch fehlende Ergebnisdaten 27

5.4.4 Domäne 4: Bias durch Ergebnismessung 27

5.4.5 Domäne 5: Bias durch Selektion des berichtigten Ergebnisses....28
6 Diskussion....29
6.1 Diskussion der Methodik....29
6.1.1 Studiendesign....29
6.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien....29
6.1.3 Literatursuche....29
6.1.4 Darstellung der Ergebnisse und qualitative Bewertung....30
6.1.5 Weitere Limitationen....30
6.2 Diskussion der Ergebnisse....32
6.2.1 SMIT bei Kopfschmerz....32
6.2.2 SMIT bei Nackenbeschwerden....36
6.2.3 SMIT bei unterem Rückenschmerz....38
6.2.4 SMIT bei verkürzter ischiocruraler Muskulatur....39
7 Schlussbetrachtung....41
8 Literatur....43

Anmerkung

Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Es wird das generische Maskulinum verwendet, wobei ebenso das weibliche Geschlecht sowie alle diversen Spielformen sexueller Identität gleichermaßen gemeint sind.

Abkürzungsverzeichnis

AKET	Active Knee Extension Test
BL	Baseline / Messung vor Behandlungsbeginn
CMD	Craniomandibuläre Dysfunktion
CROM	Cervival Range of Motion / zervikale Bewegungsamplitude
D	Bias-Domäne
Ex	Extension
FFDT	Forward Flexion Distance Test
Flex	Flexion
FU	Follow-Up
FRT	Flexion-Rotation Test
gaCROM	globale, aktive CROM
GRSOC	Global Rating Scale of Change
HIT-6	Headache Impact Test-6
HWS	Halswirbelsäule
IFT	Interferenztherapie
IG	Interventionsgruppe
KG	Kontrollgruppe
M	Mittelwert
MCID	Minimal Clinically Important Difference
MIDAS	Migraine Disability Assessment Score
MMST	Modified Modified Schober's Test

MSART	Modified Sit and Reach Test
MTrP	myofaszialer Triggerpunkt
N/A	not available / nicht verfügbar
NDI	Neck Disability Index
NPRS	Numeric Pain Rating Scale
OA	Atlanto-Occipital
OAA	Axis-Atlas-Okziput
ODI	Oswestary Disability Index
p	probabilitas / Wahrscheinlichkeit
PAT	Popliteal Angle Test
PPT	Point Pressure Threshold
pos	positiv
PT	Post-Treatment
ROM	Range of Montion / Bewegungsamplitude
SF-36	Short Form 36 Gesundheitsfragebogen
SD	Standard Division / Standardabweichung
sig	signifikant
SLR	Straight Leg Raise Test
SM	subokzipitale Muskeln
SMIT	subokzipitale Muskelinhibitionstechnik
SOR	Subokzipitalregion

UCTM	Upper Cervical Translatoric Mobilization / Obere Zervikale Transversale Mobilisation
ULNT-1	Upper Limp Neurodynamic Test-1
VAS	Visuelle Analogskala

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: PRISMA-Flussdiagramm zum Selektionsprozess der Literatursuche.....13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Suchbegriffe und ihre Verknüpfung.....10

Tabelle 2, Teil 1: Übersicht über die eingeschlossenen RCT.....14

Tabelle 2, Teil 2: Übersicht über die eingeschlossenen RCT.....15

Tabelle 3: Gesamtbewertung des Biasrisikos der eingeschlossenen Studien.....25

1 Einleitung

Andrew Taylor Still, der Begründer der Osteopathie, machte die erste osteopathische Erfahrung, als er im Alter von zehn Jahren an Kopfschmerzen litt. Da er wegen seines Kopfschmerzes nicht schaukeln konnte, spannte er ein Seil knapp über dem Boden auf und legte eine Decke darüber. Dann legte er sich auf den Boden und platzierte seinen Nacken quer über dem Seil, sodass dieses als schwingendes Kissen fungierte. Es war bequem und er schlief ein. Als er nach kurzer Zeit aufwachte, waren seine Kopfschmerzen verflogen und die begleitend aufgetretene Übelkeit ebenfalls (Still, 1908).

Eine manuell durchgeführte Druckinhibition der kurzen Nackenmuskeln ist eine Behandlungsmethode die heute unter Osteopathen und Manualtherapeuten weit verbreitete ist (Aparicio et al., 2009). Sie wird als ein Behandlungselement in der Therapie verschiedenster parietaler, kranialer und viszeraler Beschwerden eingesetzt. Die vorliegende Arbeit soll Therapeuten die Möglichkeit geben, sich über die bereits nachgewiesenen Wirkungen der subokzipitalen Muskelinhibitionstechnik (SMIT) zu informieren. Auch werden mögliche Wirkmechanismen dieser Technik diskutiert.

2 Hintergrund

In diesem Kapitel wird spezifisches Wissen vermittelt, welches für das Verständnis möglicher Wirkmechanismen der SMIT benötigt wird. Außerdem wird die Durchführung von SMIT erklärt und der aktuelle Forschungsstand dargestellt.

2.1 Die Subokzipitalregion

Die Subokzipitalregion (SOR) liegt unterhalb des Hinterhaupts und stellt somit den oberen Abschnitt des Nackens dar. Sie ist anatomisch hochkomplex und biomechanisch sowie neuroanatomisch von besonderer Bedeutung (Reinhardt, 2018).

2.1.1 Muskeln, Faszien und myodurale Brücken

Am Übergang des Halses zum Kopf überspannen die subokzipitalen Muskeln (SM) den Okziput-Atlas-Axis-Komplex (OAA) mit seinen Kopfgelenken. Sie sind für die Feinmotorik der Kopfbewegung verantwortlich (McPartland and Brodeur, 1999). Der genaue Verlauf und die jeweiligen Funktionen der sechs Muskeln, die

zur SM gezählt werden, finden sich im Anhang A. Die SM lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Die vier dorsal liegenden Muskeln gehören zur autochthonen Rückenmuskulatur; M. rectus capitis posterior minor, M. rectus capitis posterior major, M. obliquus capitis inferior und M. obliquus capitis superior. Die beiden lateral und anterior liegenden SM gehören zur sekundär eingewanderten Muskulatur; M. rectus capitis lateralis und M. rectus capitis anterior. Manche Autoren bezeichnen nur die vier autochthonen Muskeln als subokzipitale Muskulatur (George and Tadi, 2022). Nach dorsal liegen über den SM der M. semispinalis capitis, der M. splenius capitis und der M. trapezius. Von dorsolateral überlappt der kraniale Teil des M. sternoclaidomastoideus geringfügig (Schünke et al., 2018). Musculus rectus capitis posterior major, M. obliquus capitis inferior und M. obliquus capitis superior bilden ein Dreieck, das Trigonum suboccipitale. Die Eckpunkte sind Ursprungs- und Ansatzstellen dieser drei Muskeln. Medial ist dies der Processus spinosus des Axis, lateral der Processus transversalis des Atlas und kranial die laterale Linea nuchea inferior (Barral and Croibier, 2021). Im Trigonum suboccipitale zieht die Arteria vertebralis vom Foramen transversarium des Altlas über den Arcus posterior atlantis in Richtung Foramen magnum. Außerdem wird das Trigonum suboccipitale durchzogen von der Vena suboccipitalis und dem Nervus suboccipitalis (C1), welcher die autochtonen SM motorisch innerviert. Der Nervus occipitalis major (C2) zieht posterior und der Nervus occipitalis minor (C2 & C3) lateral des Trigonum suboccipitale zum Hinterhaupt (Paulsen and Waschke, 2017).

Dorsal der Wirbelsäule, in der Medianebene zwischen den Nackenmuskeln, verläuft das Ligamentum nuchae, welches an der Protuberantia occipitalis externa, dem posterioren Tuberculum des Atlas sowie den Dornfortsätzen der Halswirbel ansetzt (Liem, 2014). Die Faszie der SM setzt sich nach kranial in der sehnigen Galea aponeurotica und nach kaudal in der Faszie des Erector spinae fort. Damit sind die SM auch Teil der oberflächlichen Rückenlinie nach Myers (2015).

Nach ventral bestehen zwischen dem M. rectus capitis posterior minor, dem M. rectus capitis posterior major und dem M. obliquus capitis inferior bindegewebige Verbindungen zur Dura mater. Diese sogenannten myoduralen Brücken ziehen

zwischen dem Okziput und den Wirbelbögen von Atlas und Axis in Richtung Spinalkanal und strahlen hier in die Membrana atlanooccipitalis posterior und die Dura mater spinalis ein (Liem, 2014). Die Funktion der myoduralen Brücken ist noch nicht abschließend geklärt (Hack and Hallgren, 2004). Möglicherweise verhindert vor allem die myodurale Brücke des M. rectus capitis posterior minor eine Faltung der Membrana atlanooccipitalis posterior und somit auch der posterioren Dura mater bei einer Extension der Kopfgelenke (Liem, 2014). Zwischen dem Ligamentum nuchae und der Dura mater besteht auf Höhe des OAA-Komplexes ebenfalls eine Kontinuität (Alix and Bates, 1999). Die Dura mater ist außerdem mit dem Periost der Arcus von Atlas und Axis, mit dem Periost des Okziput, den Kapseln der Zwischenwirbelgelenke von Atlas und Axis sowie den Kapseln der Altantookzipitalgelenke verwachsen. Manche Autoren fanden auch Duraanheftungen am Arcus vom dritten Zervikalwirbel (Rutten et al., 1997). Weiter kaudal liegt der Durasack jedoch lockerer im Spinalkanal, was Gleitbewegungen erlaubt. Hier ist er, abgesehen von wenigen Fasern, fast nur noch nach ventral mit dem Ligamentum longitudinale posterius verwachsen. Auf Höhe des dritten Sakralwirbels geht der Durasack in das Filum durae matris spinalis über, welches in das Periost des Steißbeins einstrahlt und somit eine kaudale Fixation darstellt. Die Dura ummantelt auch die austretenden Spinalnerven und geht im Bereich der Foramina intervertebralia kontinuierlich in die Bindegewebskapseln der Spinalganglien und das Epineurium der Spinalnerven über (Forsting and Jansen, 2014). Kranial, im Foramen magnum, geht die Dura mater spinalis in die Dura mater cranialis über, welche den Schädel auskleidet, dabei eine Kontinuität mit dem Bindegewebe der Suturen und dem Pericranium aufweist und in das Schädelinnere hinein das Zuggurtungssystem der Duraduplikaturen ausbildet (Schünke et al., 2018).

2.1.2 Propriorezeption und der trigeminozervikale Komplex

Neben der biomechanischen Verbindung zur Dura mater und damit auch zum zentralen Nervensystem weisen die SM auch neuroanatomische Besonderheiten auf: Sie verfügen über eine extrem hohe Dichte an Propriorezeptoren (Peck et al., 1984). Ihre Funktion bei der Feinjustierung und Positionswahrnehmung der Kopfhaltung, und damit auch der Lage der Augenhöhlen und des Vestibular-organs im Raum und im Verhältnis zum restliche Körper, macht diese hohe

Auflösung der propriorezeptiven Wahrnehmung erforderlich (Pettorossi and Schieppati, 2014). Irnich (2009) spricht von den SM auch als akzessorisches Sinnesorgan. Die propiorezeptiven Reize gelangen hauptsächlich über die dorsalen Wurzeln der zweiten Zervikalnerven in den spinalen Trigeminuskern. Dieser erstreckt sich von den ersten drei Segmenten des Rückenmarkhinterhorns bis hinauf zum Nucleus principalis nervi trigemini in der Pons. Der spinale Trigeminuskern empfängt auch somatosensible Afferenzen aus dem Gesicht inklusive der Augenmuskulatur und der Kaumuskulatur sowie aus den Hirnhäuten. Konvergenzen dieser Afferenzen bedingen beispielsweise, dass der Tonus der SM bei vorhandener craniomandibulären Dysfunktion (CMD) häufig erhöht ist und sich im Gegenzug bei Fehlhaltungen und Traumata der oberen Halswirbelsäule (HWS) mit erhöhter Wahrscheinlichkeit eine CMD entwickelt (Ridder, 2019). Im spinalen Trigeminuskern bestehen außerdem Querverbindungen zu den Hirnnerven N. vagus, N. fascialis, N. glossopharyngeus und N. hypoglossus (Ridder, 2019).

2.2 Die subokzipitale Muskelinhibitionstechnik (SMIT)

Die SMIT ist eine Druckinhibitionstechnik. Bei Druckinhibitionstechniken wird Druck auf das Muskelgewebe ausgeübt und dieses meist gegen einen in der Tiefe liegenden Knochen gedrückt. Was genau bei einer Druckinhibition im Muskelgewebe passiert ist nicht abschließend geklärt. Es wird jedoch eine Entspannung des Gewebes und eine Anregung der Durchblutung beobachtet (Irnich, 2017). Die SMIT ist im Vergleich zu Mobilisationen und Manipulationen des OAA-Komplexes einfach durchzuführen und Risiken sowie Kontraindikationen sind überschaubar.

2.2.1 Die Anwendung der SMIT

Hasaneen et al. (2016) beschreiben die Durchführungen der SMIT sinngemäß wie folgt: Der Patient befindet sich in Rückenlage, der Therapeut sitzt hinter dem Patienten. Die Unterarme des Therapeuten sind am Kopfende auf der Behandlungsbank abgelegt. Der Kopf des Patienten ruht in den beiden Händen des Therapeuten. Die Finger des Therapeuten sind senkrecht aufgestellt und mit den Fingerkuppen in Kontakt mit der posterioren Projektion des Atlas. Der Druck

geht nach ventral. Der Patient wird aufgefordert die Augen geschlossen zu halten.

Bei der Durchführung wird also Druck auf alle Muskeln ausgeübt die dorsal über den Arcus posterior atlantis ziehen oder an diesem entspringen bzw. ansetzen. Dies sind M. trapezius Pars descendens, M. semispinalis capitis, M. splenius capitis und in der Tiefe die posterioren SM. Je nach Größe der Therapeutenhände und des Patientennackens erfährt auch der posteriore Aspekt des M. sternocleidomastoideus sowie der M. rectus capitis lateralis eine Druckinhibition.

Liem und Dobler (2018) beschreiben diese Technik ebenfalls unter dem Terminus Atlanto-Occipitale-Release respektive OA-Release und erweitern sie um eine optionale Dekoaptation des Atlantookzipitalgelenks und eine optionale transversale Dekompression der Hinterhauptkondylen. Bezüglich der Druckrichtung und der verwendeten Finger gibt es verschiedene Varianten (siehe Kap. 5.1). Liem und Dobler (2018) führen als Kontraindikationen eine Densfraktur, ein erhöhtes Risiko von intrakraniellen Blutungen sowie eine Schädelbasisfraktur auf.

2.2.2 Forschungsstand und Forschungslücke

Die Behandlungseffekte von SMIT wurden in etlichen Studien erfasst. Besonders häufig wurde der Einfluss von SMIT auf die Elastizität der ischiocruralen Muskulatur untersucht. In den meisten Studien erfolgte dies in Form von randomisierten kontrollierten Studien (RCT, engl. Abkürzung für randomized controlled trial) an asymptomatischen Probanden (Hari Ganesh, 2017; Jagtap and Mandale, 2015; Krishna et al., 2021; Vachhani and Sharma, 2021). Diese Studien stellten übereinstimmend fest, dass SMIT die Elastizität der ischiocruralen Muskulatur signifikant verbessern kann. Heredia Rizo et al. (2012) untersuchten den Effekt von SMIT an asymptomatischen Probanden die in der Vergangenheit für mindestens ein Jahr eine Zahnspange getragen hatten. Sie stellten fest, dass sich die Kopfhaltung durch die Behandlung umgehend im Stand und im Sitzen deutlich verbesserte und dass sich auch die Druckschmerzschwelle im Bereich des Nervus occipitalis major etwas erhöhte. Subokzipitale Behandlungen scheinen auch einen immunologischen Einfluss zu

haben. Fernández-Pérez et al. (2013) wiesen 20 Minuten nach dem kombinierten Einsatz von SMIT, einer Kompression des vierten Ventrikels und einer Behandlung der tiefen Halsfaszie einen signifikanten Anstieg von B-Lymphozyten nach. Da hier jedoch drei verschiedene Techniken zum Einsatz kamen, kann diese Wirkung nicht direkt auf SMIT zurückgeführt werden. Giles et al. (2013) untersuchten den Effekt einer mit SMIT verwandten Technik auf die Herzratenvariabilität von asymptomatischen Probanden. Dabei kneteten und dehnten sie zunächst die oberen Nackenmuskeln und übten dann mit den Ring- und Mittelfingern für zwei bis drei Minuten am Okziput Druck nach superior aus. Diese Traktion bewirkt eine Dekompression zwischen Okziput und Atlas. Sie konnten einen Effekt der Behandlung auf die Herzratenvariabilität nachweisen. Dies legt nahe, dass die Behandlung der SOR einen Einfluss auf die parasympathische Komponente des Nervus vagus haben könnte (Giles et al., 2013). Ob dieser Effekt jedoch darauf zurück zu führen ist, das der N. vagus nach der Behandlung in seinem peripheren Verlauf weniger stark durch hypertone Muskeln oder Entzündungsprozesse gereizt wird oder ob es sich hier um eine Stimulation des N. vagus über den trigeminozervikalen Komplex handelt ist unklar.

Pérez-Martínez et al. (2020) verglichen an Probanden mit chronischem unspezifischen Nackenschmerz die Wirkung von SMIT mit dem Effekt eines Geräts zur Nackenunterlagerung. Das Gerät stützt dabei die obere HWS während der Kopf des liegenden Probanden nach dorsal sinkt. Bei der SMIT-Gruppe verbesserte sich die Mobilität etwas deutlicher, jedoch nicht signifikant. Bei der Schmerzwahrnehmung gab es keine Unterschiede.

Auch der Effekt von SMIT bei Spannungskopfschmerz wurde in mehreren Studien erfasst. Cho (2021) stellte fest, dass SMIT die Nackenmobilität und die Schlafqualität bei Probanden mit Spannungskopfschmerz verbessern kann. Weitere Studien zu Spannungskopfschmerz verglichen den Effekt von SMIT mit dem von Manipulationen und anderen artikulären Techniken am OAA-Komplex (Espí López and Oliva Pascual-Vaca, 2012; Espí-López et al., 2016, 2014; Monzani et al., 2016). Jede dieser Studien zeigt signifikante Effekte von SMIT bei Spannungskopfschmerz. Jiang et al. (2019) wertete diese Studien in einer Metaanalyse aus und kamen zu dem Schluss, dass kurzfristig der beste Effekt

mit einer Kombination aus SMIT und einer OAA-Manipulation erzielt werden kann. Bei einem Follow-up (FU) acht Wochen nach Behandlungsbeginn (vier Wochen nach Behandlungsende) hielten die Behandlungseffekte immer noch an, aber es konnte kein größerer Unterschied mehr zwischen dem Effekt von der Kombinationsbehandlung und dem von SMIT alleine festgestellt werden (Jiang et al., 2019).

Die Wirkung von SMIT bei Spannungskopfschmerz ist bereits gut erforscht. Es gibt aber auch einige Studien zum therapeutischen Einsatz von SMIT bei anderen Krankheitsbildern und Einschränkungen. Die Ergebnisse dieser Studien wurden bisher noch nicht in Form eines systematischen Literaturüberblicks ausgewertet.

3 Zielsetzung

Der vorliegende Arbeit soll einen Beitrag dazu leisten diese Forschungslücke zu schließen:

Es soll ein Überblick gegeben werden über die verschiedenen Behandlungseffekte von SMIT.

Hierzu wurden jene RCT ausgewertet, welche die Behandlungseffekte von SMIT an Populationen mit Erkrankungen, Bewegungseinschränkungen, Traumata oder chronischen Schmerzen, außer mit ausschließlich Spannungskopfschmerz, untersucht haben. Aufgrund der unterschiedlichen Symptome der untersuchten Populationen wurden die Ergebnisgrößen der RCT nicht weiter definiert.

4 Methodik

Im Folgenden wird die systematische Vorgehensweise bei der Literatursuche und bei der inhaltlichen und methodischen Auswertung beschrieben.

4.1 Studientyp

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um einen systematischen Literaturüberblick. Da die eingeschlossenen Studien den Einsatz von SMIT bei verschiedenen Symptomen und Krankheitsbildern untersuchen, sind sie im Hinblick auf ihre Methodik und Datenstruktur ausgesprochen heterogen. Eine statistische Auswertung im Sinne einer Metaanalyse war daher nicht sinnvoll. Die inhaltliche Auswertung erfolgte in Form einer Zusammenfassung der Studienergebnisse und ihrer tabellarischen Gegenüberstellung entsprechend der symptomatischen Körperregionen. Außerdem wurden die Studien im Hinblick auf die Probanden, Interventionen, Kontrollgruppen (KG), Datenaufnahme, Zielgrößen und deren Auswertung beschrieben. Die methodische Bewertung der Studien erfolgte anhand des „Revised Cochrane Risk-of-Bias Tool for Randomized Trials“ (RoB 2**)** (Higgins et al., 2019b). Die relevanten Studien-ergebnisse wurden anschließend im Kontext des aktuellen Forschungsstandes und unter Einbeziehung der methodischen Qualität der Studiendurchführung kritisch diskutiert.

Das Bias des vorliegenden Literaturüberblicks sollte so nieder wie möglich gehalten werden. Daher diente bei der Ausarbeitung das „Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 Statement“ als Orientierung (Page et al., 2021). Es enthält eine 27-teilige Checkliste von Punkten, die vorzugsweise in systematischen Literaturarbeiten und Metaanalysen abgehandelt werden sollten. Außerdem ist ein Flussdiagramm enthalten, das die vier Phasen der Literaturrecherche transparent darstellt.

4.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Die Ein- und Ausschlusskriterien definierten welche Studien in der Literaturübersicht berücksichtigt wurden. Entsprechend greifen sie die Punkte aus Kapitel 3 auf und konkretisieren und ergänzen diese.

Da die vorliegende Literaturübersicht den aktuellen Forschungsstand hinsichtlich der therapeutischen Effekte von SMIT darstellen soll, wurden nur Studien eingeschlossen, die an symptomatischen Probanden durchgeführt wurden.

Als Intervention musste in mindestens einer Interventionsgruppe (IG) eine SMIT erfolgt sein. Wenn in dieser SMIT-Gruppe eine zusätzliche Behandlungstechnik angewandt wurde, muss diese auch in der KG erfolgt sein. Wenn in der SMIT-Gruppe keine weitere Behandlungstechnik angewandt wurde, musste in der KG entweder eine Placebo-Behandlung oder keine Behandlung erfolgt sein. Hierdurch soll ein klarer Rückschluss auf den Behandlungseffekt von SMIT ermöglicht werden.

Bei den Studien musste es sich um RCT handeln, da diese der Goldstandard für die Bewertung von Interventions-Behandlungseffekt Zusammenhänge sind (Hariton and Locascio, 2018).

Sie mussten auf Englisch oder Deutsch veröffentlicht worden sein, da der Autor nur diese Sprachen in ausreichendem Maße beherrscht.

Ausgeschlossen wurden Studien mt Populationen die sich exklusiv aus Probanden mit Spannungskopfschmerz zusammensetzten, da hierzu bereits eine Metaanalyse vorliegt die den Großteil der relevanten Veröffentlichungen inkludiert (Jiang et al., 2019).

4.3. Suchablauf

Im Januar 2022 wurden die Datenbanken Cochrane Library, PubMed, PEDro sowie Google Scholar systematisch nach relevanter Literatur durchsucht. Hierzu wurden anatomische Begriffe zur Beschreibung der Subokzipitalregion mit relevanten Begriffen zur Beschreibung der therapeutischen Methoden in unterschiedlichen Kombinationen mit Booleschen Operatoren verknüpft. Die Suchbegriffe und ihre Verknüpfung sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Die Suchbegriffe und ihre Verknüpfung

Anatomische Region	Boolescher Operator	Behandlungsmethode
suboccipital	AND	inhibition
atlanto-occipital		release
occiput		decompression

Wenn es in der entsprechenden Datenbank möglich war, wurde der Suchlauf auf RCT begrenzt. Eine weitere Einschränkung der Suche war aufgrund der geringen Anzahl an Treffern auf Basis der beschriebenen Suchsyntax bei PubMed, Cochrane Library und PEDro nicht nötig. Wegen der auf Google Scholar im Probesuchlauf erzielten hohen Trefferanzahl wurden hier nur die 100 von der Suchmaschine als am relevantesten gewerteten Treffer im weiteren Auswahlprozess berücksichtigt.

Die identifizierte Literatur wurde anhand der Titel und Zusammenfassungen gefiltert und Duplikate ausgeschlossen. Diese Vorauswahl wurde im Volltext auf Eignung geprüft und so die Auswahl der Literatur getroffen, die in die Übersichtsarbeit eingeschlossen wurde. Auf Grundlage der so im Suchlauf identifizierten Literatur wurde durch Sichtung der Referenzen nach weiterer relevanter Literatur gesucht (Citation Chaining) die ebenfalls entsprechend geprüft wurde.

4.4 Qualitative Bewertung der Studien

Die Bewertung der Studienqualität ist für die Einschätzung der internen Validität der Studienergebnissen von entscheidender Bedeutung. Eine hohe interne Validität liegt dann vor, wenn messbare Veränderungen von körperlichen, psychischen oder psycho-sozialen Ergebnisgrößen (abhängige Variable) klar auf die Wirkung einer Behandlung (unabhängige Variable) zurückgeführt werden können. Die Bewertung der Studienqualität sollte systematisch anhand eines Bewertungstools erfolgen. In der vorliegenden Arbeit fiel die Wahl auf das RoB 2-Tool, da dieses von der Cochrane Collaboration für die Abschätzung des Biasrisikos bei RCT empfohlen wird (Higgins et al., 2019). Die Cochrane Collaboration ist ein unabhängiges, globales Netzwerk aus Wissenschaftlern,

Ärzten, Therapeuten und anderen Akteuren mit Interesse an Gesundheitsfragen. Sie hat über 37 000 Mitglieder (Boland et al., 2017). Eines ihrer zentralen Anliegen ist die Förderung von qualitativ hochwertigen systematischen Übersichtsarbeiten als Grundlage für evidenzbasierte medizinische Entscheidungsfindung. Boland et al. (2017) schätzen das RoB 2 Tool im Vergleich zu anderen Bewertungstools für RCT als zeitaufwendig und sehr informativ ein.

Das RoB 2-Tool gliedert das Biasrisiko in fünf Domänen. Diese werden zunächst anhand von Signalfragen abgeklärt und mit einem Algorithmus bewertet. Diese fünf Bias-Domänen sind das Bias durch den Randomisierungsprozess, das Bias durch Abweichungen von den vorgesehenen Interventionen, das Bias durch fehlende Ergebnisdaten, das Bias durch die Ergebnismessung und das Bias durch Selektion des berichteten Ergebnisses. Abschließend erfolgt auf dieser Grundlage die Einschätzung des Gesamt-Biasrisikos der zu bewertenden Studie in „niedriges Biasrisiko“, „einige Bedenken“ und „hohes Biasrisiko“.

5. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Resultate der Literatursuche vorgestellt, die Ergebnisse der eingeschlossenen Studien zusammengefasst und deren interne Validität bewertet.

5.1 Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche

Insgesamt wurden bei der Suche in den Datenbanken Cochrane Library, PubMed und PEDro und in Google Scholar 2879 Treffer erzielt. Der Suchlauf wurde in allen vier Datenbanken am 25.01.2022 durchgeführt. Eine Aufschlüsselung der Treffer auf die verschiedenen Datenbanken geht aus Abbildung 1 hervor. Bei Google Scholar alleine gab es 2730 Treffer. Da hier nur die 100 von Google Scholar als am relevantesten gewerteten Studien berücksichtigt wurden, kamen 249 Studien aus der systematischen Datenbank-suche in den Vorauswahlprozess.

Diese 249 Treffer wurden zunächst anhand der Titel und Zusammenfassungen entsprechend der Ein- und Ausschlusskriterien auf Eignung geprüft. Es verblieben, zusammen mit zwei weiteren Treffern, die anhand von Citation Chaining erfolgten, elf Studien. Zwei Studien wurden jeweils über PubMed und PEDro identifiziert, sodass nach dem Entfernen dieser Duplikate neun Studien im Volltext auf Eignung geprüft wurden.

Eine Studie (Azam, 2017) wurde nach der Volltextprüfung ausgeschlossen, da in der IG im Unterschied zur KG nicht nur eine SMIT entsprechend der in Kapitel 4 definierten Kriterien zur Anwendung kam, sondern mehrere manual-therapeutische Techniken für die Subokzipitalregion. Ein klarer Rückschluss auf die Wirkung von SMIT wäre daher nicht möglich gewesen.

Somit wurden die folgenden acht Studien eingeschlossen: Antolinos-Campillo et al. (2014), Aparicio et al. (2009), Espí-López et al. (2018), González-Rueda et al. (2020), González-Rueda et al. (2021), Hasaneen et al. (2018), Joshi et al. (2021) und Vakhariya et al. (2016). Der RCT von Espí-Lopez et al. (2018) ist eine Pilotstudie. Einen Überblick über die eingeschlossenen Studien liefert Tabelle 2.

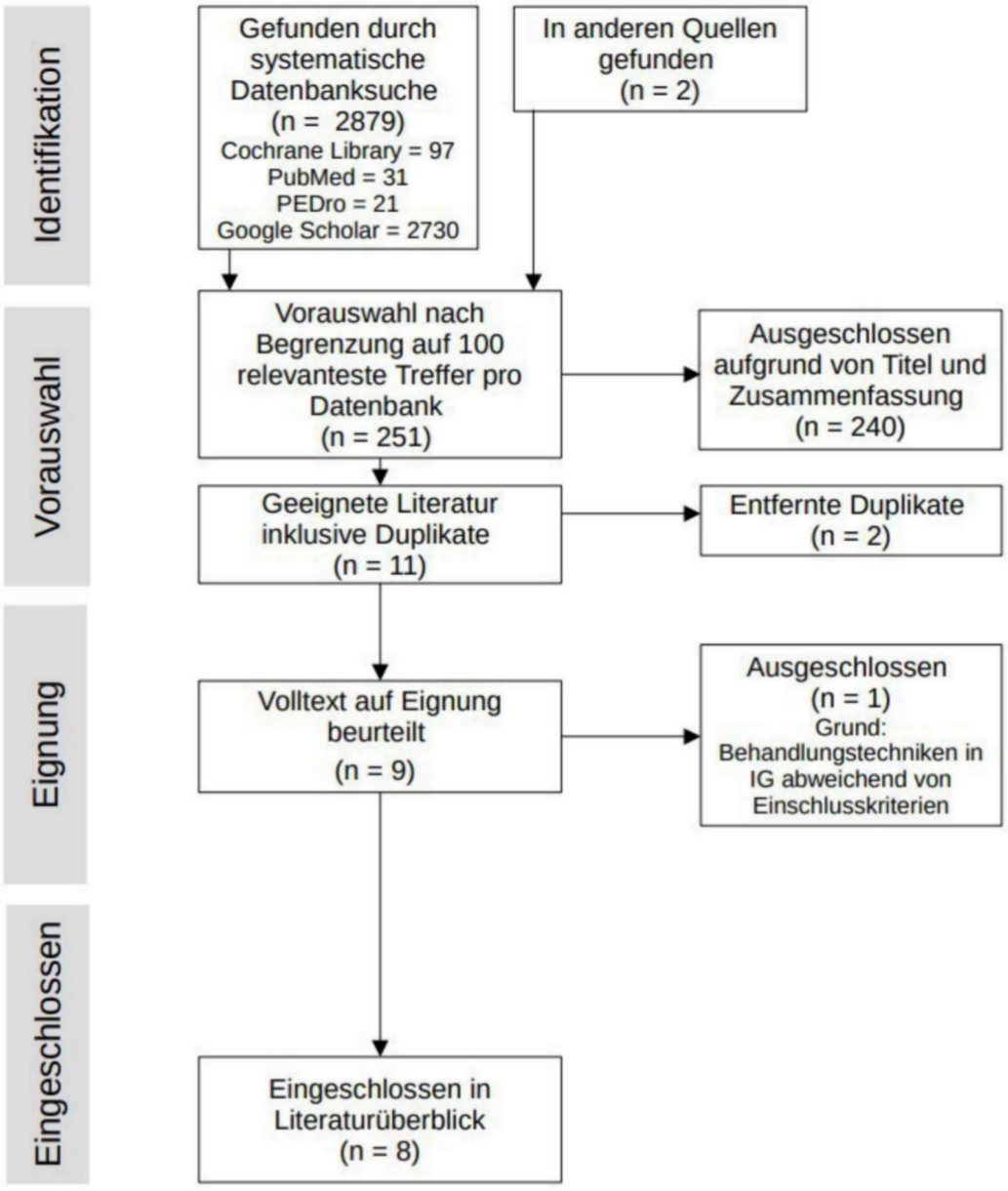


Abbildung 1: PRISMA-Flussdiagramm zum Selektionsprozess der Literatursuche.

5.2 Merkmale der Studien

Entsprechend der Einschlusskriterien weisen die eingeschlossenen Studien spezifische Merkmale auf.

Tabelle 2, Teil 1: Übersicht über die eingeschlossenen RCT. Kopf und Nacken.

Betroffene Körperregion	Autoren; Jahr der Veröffentlichung	Probanden-anzahl; Symptomatik; Ausfälle	Interventions-gruppe	Kontrollgruppe	Behandlungszeitraum; Anzahl der Behand-lungen; Zeitpunkt (-e) der Datenaufnahme	Ergebnis-parameter	Wichtigste Ergebnisse
Kopf	Espí-López, G.-V., Ruescas-Nicolau, M.-A., Nova-Redondo, C., Benítez-Martínez, J.C., Dugailly, P.-M., Falla, D.; 2018	46; Migräne seit > 6 Monaten; 3	SMIT + MTrP-Therapie und Dehnung	MTrP-Therapie und Dehnung	8 Wochen; 4 Behandlungen; BL, PT	HIT-6, MIDAS, SF-36	*Vergleich zwischen Gruppen:* HIT-6 und MIDAS sig. ($p < 0,05$), SF-36 nicht sig. *Innergruppenvergleich:* jeweils sig. Verbesserung aller Parameter ($p < 0,05$) außer in KG SF-36 mental
Nacken	Antolinos-Campillo, P.J., Oliva-Pascual-Vaca, A., Rodríguez-Blanco, C., Heredia-Rizo, A.M., Espí-López, G.V., Ricard, F.; 2014	40; Schleudertrauma Grad 1 oder 2 + pos. ULNT-1; 0	SMIT	Placebo-Behandlung	Eine Behandlung; BL, PT	ROM ULNT-1 (Ellenbogen), VAS, Griffstärke mit Dynamometer	*Vergleich zwischen Gruppen:* ROM Unterschied zugunsten IG sig. ($p = 0,013$). Keine sig Unterschiede bei Griffstärke und Nackenschmerz. *Innergruppenvergleich:* Nur in IG für ROM sig.
	González-Rueda, V., Hidalgo-García, C., Rodríguez-Sanz, J., Bueno-Gracia, E., Pérez-Bellmunt, A., Rodríguez-Rubio, P.R., López-de-Celis, C.; 2020	78; chronische Zervikalgie + pos. FRT; 7	IG1: UCTM + Konventionelle Therapie IG2: SMIT + Konventionelle Therapie	Konventionelle Therapie	3 Wochen; 15 Behandlungen; BL, PT, FU (15 Wochen nach BL)	gaCROM, FRT, NDI	*Vergleich zwischen Gruppen:* FRT zur stärker eingeschränkten Seite PT bei beiden IG sig. verbessert vs. KG ($p < 0,027$ und $p < 0,004$). FU nur noch bei IG2 sig. ($p < 0,007$); keine sig. Unterschiede bei NDI und gaCROM *Innergruppenvergleich IG1:* - sig Verbesserungen der ROM in mehrere Bewegungsrichtungen.
	González-Rueda, V., López-de-Celis, C., Bueno-Gracia, E., Rodríguez-Sanz, J., Pérez-Bellmunt, A., Barra-López, M.E., Hidalgo García, C.; 2021	78; chronische Zervikalgie + pos. FRT; 7	IG1: UCTM + Konventionelle Therapie IG2: SMIT + Konventionelle Therapie	Konventionelle Therapie	3 Wochen; 15 Behandlungen; BL, PT, FU (15 Wochen nach BL)	NPRS, PPT NDI, HIT-6, FRT, GROC	*Vergleich zwischen Gruppen:* - HIT-6 Unterschiede zu KG bei IG2 PT und FU sig. - NDI Unterschiede PT bei beiden IG sig. zu KG ($p < 0,008$ bzw. $p < 0,001$), FU nur IG2 sig. ($p < 0,018$) - Keine sig. Unterschiede IG1 vs IG2 *Innergruppenvergleich:* - FRT in den drei Gruppen sig. verbessert PT und FU ($p < 0,001$). - GROC in den drei Gruppen nur PT sig. verbessert ($p < 0,012$)

Tabelle 2, Teil 2: Übersicht über die eingeschlossenen RCT. Unterer Rücken und ischiocrurale Muskulatur.

Betroffene Körperregion	Autoren; Jahr der Veröffentlichung	Probanden-anzahl; Symptomatik; Ausfälle	Interventions-gruppe	Kontrollgruppe	Behandlungszeitraum; Anzahl der Behand-lungen; Zeitpunkt (-e) der Datenaufnahme	Ergebnis-parameter	Wichtigste Ergebnisse
Unterer Rücken	Hasaneen, B.H., Eweda, R.S.A., Hakim Balbaa, A.E.A.; 2018	30; chronischer mechanischer unterer Rückenschmerz; 0	SMIT + Trainingseinheiten (Kräftigung und Dehnung)	Nur Trainings-einheiten (Kräftigung und Dehnung)	5 Tage; 5 Behandlungen; BL, PT	VAS, MMST, ODI	*Vergleich zwischen Gruppen:* keine sig. Unterschiede (jedoch größere klinische Verbesserung in IG) *Innergruppenvergleich:* PT: Alle Parameter in beiden Gruppen sig. verbessert.
	Joshi, S., Yadav, R., Pawalia, A.; 2021	45; chronischer unterer Rückenschmerz; N/A	IG1: SMIT + IFT + Trainingseinheiten (Kräftigung und Dehnung) IG2: IFT + Trainingssessions (Kräftigung und Dehnung)	Nur Trainings-einheiten (Kräftigung und Dehnung)	4 Wochen; 12 Behandlungen; BL, nach 2 Wochen, PT	NPRS, MMST, ODI, SF-36	*Vergleich zwischen Gruppen:* - PT IG1 sig. Verbesserung lumbale Ex. vs. IG2 ($p = 0,081$) und KG sowie beim ODI vs. KG ($p = 0,005$) - PT IG1 und IG2 sig. Verbesserung lumbale Flex. vs. KG ($p = 0,001$ bzw. $p = 0,012$) *Innergruppenvergleich:* - PT sig. Verbesserungen in den 3 Gruppen in allen Parametern außer IG2 und KG in lumbaler Ex.
Ischiocrurale Muskulatur	Aparicio, É.Q., Quirante, L.B., Blanco, C.R., Sendín, F.A.; 2009	70; verkürzte ischiocrurale Muskulatur; N/A	SMIT	Placebo-Behandlung	Eine Behandlung; BL, PT	FFT, SLR, PAT, PPT	*Vergleich zwischen Gruppen:* - sig Unterschiede ($p < 0,05$) bei FFT, SLR und PAT. - PPT nur bei M. semimembranosus links sig. unterschiedlich ($p = 0,021$) *Innergruppenvergleich:* N/A
	Vakhariya, P.M., Panchal, S., Patel, B.B.; 2016	80; verkürzte ischiocrurale Muskulatur; N/A	IG1: SMIT IG2: Neuro-dynamische Mobilisation IG3: statisches Dehnen	Keine Behandlung	10 Tage; 10 Behandlungen; BL, PT	SLR, AKET, MSART	*Vergleich zwischen Gruppen:* - Test über alle 4 Gruppen in Bezug auf alle 3 Parameter hochsignifikant ($p < 0,0001$) *Innergruppenvergleich:* - alle drei Parameter haben sich in den 3 IG hochsignifikant ($p < 0,0001$) verbessert - keine sig. Veränderungen in KG.

5.2.1 Probanden

Die Probanden in allen Studien waren symptomatisch (n = 389). Bei Espí-López et al. (2018) hatten die volljährigen Teilnehmer (n = 46) eine seit über sechs Monaten andauernde Migräne. Antolinos-Campillo et al. (2014) arbeiteten mit Probanden (n = 40) die an einem Schleudertrauma Grad 1 oder Grad 2 litten, 18 bis 55 Jahre alt waren und bei denen der Upper Limp Neurodynamic Test-1 (ULNT-1, siehe unten) positiv ausfiel. González-Rueda et al. (2020; 2021) schlossen nur Teilnehmer (n = 78) über 18 Jahre ein die seit über drei Monaten an chronischem, mechanischem Nackenschmerz litten und bei denen der Flexion-Rotation Test (FRT) positiv ausfiel. Hasaneen et al. (2018) untersuchten eine Population (n = 30) mit chronischem mechanischem unterem Rückenschmerz. Joshi et al. (2021) schlossen ebenfalls nur Probanden (n = 45) mit chronischem mechanischem unterem Rückenschmerz ein. Diese mussten jedoch zudem zwischen 20 und 60 Jahre alt sein, die Symptome bereits seit über drei Monaten aufweisen und durften dabei keine Ausstrahlungen in die untere Extremität haben. Aparicio et al. (2009) inkludierten nur Probanden (n = 70) aus einer Physiotherapieschule und einem Fußballverein mit diagnostizierter beidseitig verkürzter ischiocruraler Muskulatur die gleichzeitig auch myofasziale Triggerpunkte aufwiesen. Dagegen wurden bei Vakhariya et al. (2016) Probanden (n = 80) inkludiert, die eine einseitig oder beidseitig verkürzte ischiocrurale Muskulatur aufwiesen und zwischen 18 und 25 Jahre alt waren.

5.2.2 Interventionen und Kontrollgruppen

Alle Studien setzten in der IG bzw. in einer der IG SMIT ein. Die Durchführung erfolgte wie in Kapitel 2 beschrieben. Detailunterschiede wie Abweichungen von der ventralen Druckrichtung oder klare Vorgaben bezüglich der eingesetzten Finger werden, falls vorliegend, im Folgenden genannt. Die SMIT wurde mit unterschiedlicher Inhibitionsdauer, in unterschiedlichen zeitlichen Abständen, über unterschiedlich lange Behandlungszeiträume und in Kombination mit verschiedenen anderen Behandlungsmethoden oder als alleinige Behandlung angewandt. Die Kontrollgruppen erhielten entweder keine Behandlung (Vakhariya et al., 2016), eine Placebo-Behandlung (Antolinos-Campillo et al., 2014; Aparicio et al., 2009) oder eine Basisbehandlung die auch in der IG

zusätzlich zur SMIT erfolgte (Espí-López et al., 2018; González-Rueda et al., 2021, 2020; Hasaneen et al., 2018; Joshi et al., 2021).

Espí-Lopez et al. (2018) hielten bei der Durchführung der SMIT die Grundhaltung für ca. zehn Minuten unbewegt mit Fokus auf die Muskulatur und das Weichgewebe im Allgemeinen mit dem Intension diese Gewebe zu entspannen. Diese Anwendung erfolgte über acht Wochen alle 15 Tage als Zusatz zu einer Basisbehandlung, bestehend aus myofaszialer Triggerpunkttherapie und Dehnung. In der KG erfolgte die Basisbehandlung als alleinige Behandlung.

Antolinos-Campillo et al. (2014) ließen die Inhibition vier Minuten lang in anteriokraniale Richtung halten. Die Teilnehmer wurden gebeten die Augen geschlossen zu halten. Es erfolgte nur eine Behandlung.

González-Rueda et al. (2020; 2021) führten die SMIT in einer ihrer beiden IG durch. Dabei waren die Knie ihrer Probanden unterlagert. Die Therapeuten übten den Druck nur mit den Ring- und Mittelfingern aus. Der Druck wurde mit dem Ziel die SM zu entspannen während der fünfminütigen Behandlungsdauer entsprechend der Wahrnehmung des Therapeuten nachjustiert. In der anderen IG (UCTM) wurde stattdessen für fünf Minuten eine translatorische Mobilisation durchgeführt. Die beiden IGs erhielten zudem die gleiche konventionelle physiotherapeutische Behandlung wie die KG, nämlich oberflächliche Thermotherapie, Dehnung und Selbsttraktion der Halswirbelsäule, Thoraxmobilisation und Schmerzschulung. Insgesamt fanden 15 Behandlungen über einen Zeitraum von drei Wochen statt.

Hasaneen et al. (2018) forderten ihre Probanden auf, bei der Durchführung der SMIT die Augen geschlossen zu halten und diese nicht zu bewegen. Die Durchführung erfolgte mit Fokus auf die Entspannung der Gewebe und Muskulatur für eine Dauer von knapp vier Minuten. Die IG erhielt außerdem eine Übungseinheit mit Dehnungs- und Kräftigungsübungen. Insgesamt dauerte eine Therapieeinheiten knapp 30 Minuten. Die KG erhielt nur die Übungseinheit mit Dehnungs- und Kräftigungsübungen, ihre Therapieeinheiten dauerten somit nur knapp 25 Minuten. Die Anwendungen erfolgten einmal täglich an fünf aufeinander folgenden Tagen.

Joshi et al. (2021) forderten ihre Probanden in der SMIT-Gruppe ebenfalls auf, die Augen während der Durchführung geschlossen zu halten. Die Durchführung erfolgte für mindestens zwei Minuten und wurde drei Mal wiederholt. Zwischen den Durchführungen wurde zehn Sekunden pausiert. Außerdem erhielten die Probanden der SIMT-Gruppe eine 30 minütige Interferenztherapie (IFT) und jeweils zehn Wiederholungen von Dehnungs- und Kräftigungsübungen sowie eine zehnminütige Anwendung eines Umschlags mit heißem Wasser. Die zweite IG erhielt die gleiche Anwendung nur ohne SMIT und die KG erhielt nur die jeweils zehn Wiederholungen von Dehnungs- und Kräftigungsübungen sowie eine zehnminütige Anwendung eines Umschlags mit heißem Wasser. Alle drei Gruppen erhielten ihre Anwendungen dreimal pro Woche für vier Wochen.

Aparicio et al. (2009) ließen die SMIT mit Druck in Richtung des Therapeuten, also in anterokraniale Richtung, anwenden. Der Druck wurde für zwei Minuten mit Fokus auf Gewebeentspannung gehalten. Die KG erhielt als Placebo eine zweiminütige Artikulationstechnik an den Nasenknochen. Die Anwendungen wurden im Rahmen der Studie nur einmal und ohne begleitende weitere Interventionen durchgeführt.

Auch Vakhariya et al. (2016) ließen in einer der drei IG die SMIT mit Druck in anterokraniale Richtung anwenden. Der Druck wurde auch hier für zwei Minuten mit Fokus auf Gewebeentspannung gehalten. Die KG erhielt keine Behandlung. Die beiden anderen IG wurden mit einer neurodynamischen Gleittechnik (drei Minuten) bzw. mit statischem Dehnen (dreimal 30 Sekunden) behandelt. Die Anwendungen wurden bei allen drei IG täglich für die Dauer von zehn Tagen durchgeführt.

5.2.3 Datenaufnahme, Zielparameter und Auswertung

Aufgrund der unterschiedlichen Symptome bzw. Krankheitsbilder der untersuchten Populationen wurden auch unterschiedliche Methoden für die Messung der Effekte von SMIT verwendet. Diese Methoden lassen sich in folgende drei Kategorien einteilen: Fragebögen, Verfahren zur Erfassung einer subjektiven Schmerzempfindungsstärke (provoziert und nicht provoziert), Muskeltests respektive Bewegungsprüfungen. Die Zielparameter sind entsprechend vielfältig.

Es wurden insgesamt sechs verschiedene Fragebögen benutzt, deren Ergebnis jeweils ein Punktwert ist. Der Headache Impact Test (HIT-6) umfasst sechs Fragen und dient der Bestimmung der Schwere von Kopfschmerz und des Einflusses, den der Kopfschmerz auf das Leben eines Patienten hat (Kosinski et al., 2003). Dieser Test wurde von Espí-Lopez et al. (2018) und González-Rueda et al. (2021) eingesetzt.

Der Migraine Disability Assessment (MIDAS) Fragebogen umfasst fünf Fragen und erfasst die Einschränkungen durch Migräne (Stewart et al., 2001). Dieser Fragebogen wurde von Espí-Lopez et al. (2018) eingesetzt.

Der Neck Disability Index (NDI) umfasst zehn Fragen, die eine Einschätzung der Beschwerden und Probleme durch die HWS bei alltäglichen Aktivitäten zulassen (MacDermid et al., 2009). Der NDI wurde aus dem Oswestry Disability Index entwickelt. Dieser Fragebogen wurde von González-Rueda et al. (2020; 2021) eingesetzt.

Der Oswestry Disability Index (ODI) umfasst zehn Fragen zur Einschätzung des Grads der Behinderung bei Schmerzen im unteren Rücken (Koç et al., 2018). Dieser Fragebogen kam bei Hasaneen et al. (2018) und Joshi et al. (2021) zum Einsatz.

Der Short Form 36 Gesundheitsfragebogen (SF-36) ist krankheitsunspezifisch. Er umfasst 36 Fragen und erfasst die gesundheitsbezogene Lebensqualität. Er gliedert sich in die Teilbereiche Vitalität, körperliche Funktionsfähigkeit, körperliche Schmerzen, allgemeine Gesundheitswahrnehmung, körperliche Rollenfunktion, emotionale Rollenfunktion, soziale Funktionsfähigkeit und psychisches Wohlbefinden (Brazier et al., 1992). Der SF-36 wurde von Espí-Lopez et al. (2018) und Joshi et al. (2021) verwendet.

Die Global Rating of Change (GROC) Skala ist ebenfalls krankheitsunspezifisch. Sie erfasst eine Veränderung des generellen Gesundheitszustands (Kamper et al., 2009). Sie wurde von González-Rueda et al. (2021) eingesetzt.

Die subjektiven Schmerzempfindungen wurde mit drei verschiedenen Standardverfahren erfasst. Zur Bestimmung von nicht-provozierten Schmerzempfindungen kamen die Visuelle Analogskala (VAS) bei Hasaneen et al. (2018) und Antolinos-Campillo et al. (2014) sowie die Numerische Pain Rating Scale

(NPRS) bei González-Rueda et al. (2021) und Joshi et al. (2021) zum Einsatz. Der Grad der Druckschmerzhaftigkeit über myofaszialen Triggerpunkten (MTrP) wurde von Aparicio et al. (2009) anhand des Pressure Pain Threshold (PPT) bestimmt.

In Form einer aktiven Bewegungsprüfung wurde von González-Rueda et. al. (2020) die globale aktive zervikale Bewegungsamplitude (gaCROM) bestimmt. Die Bewegungsamplitude (ROM) der oben HWS erfassten González-Rueda et al. (2020; 2021) mit dem passiv durchgeführten Flexion-Rotation Test (FRT). Antolinos-Campillo et al. (2014) bestimmten die ROM des Ellenbogens mit einem Goniometer während der Durchführung eines Nervendehnungstests für den Nervus medianus (ULNT-1). Außerdem bestimmten sie die Griffstärke mit einem Dynamometer. Hasaneen et al. (2018) und Joshi et al. (2021) bestimmten die lumbale ROM in Flexion und Extension mit dem Modified-Modified Schober´s Test (MMST). Der passive Straight Leg Raise (SLR) Test wurde von Aparicio et al. (2009) und Vakhariya et al. (2016) zur Bestimmung der Elastizität der ischiokruralen Muskulatur eingesetzt. Aparicio et al. (2009) nutzten hierfür außerdem den Popliteal Angle Test (PAT) und den Forward Flexion Distance Test (FFDT), der jedoch eine globalere Flexionsfähigkeit testet. Vakhariya et al. (2016) verwendeten dagegen außerdem den Active Knee Extension Test (AKET) und den globaleren Modified Sit and Reach Test (MSART).

Die Befragungen bzw. Messungen wurden vor Behandlungsbeginn (BL, engl. Abkürzung für Baseline) und nach der letzten Behandlung (PT, engl. Abkürzung für posttreatment) durchgeführt. Joshi et al. (2021) führten zusätzlich auch Messungen nach zwei Wochen ihrer vierwöchigen Behandlungsphase durch. Außerdem wurde bei González-Rueda et al. (2020, 2021) ein Follow-up (FU) 15 Wochen nach BL durchgeführt.

In der Auswertung wurden jeweils die Mittelwerte (M) von den verschiedenen Messungen (BL, PT, FU) innerhalb einer Gruppe miteinander verglichen. Für die meisten Werte wurden auch die Gruppenunterschiede auf Signifikanz getestet. Dabei wurde statistisch geprüft wie groß die Wahrscheinlichkeit (p) ist, dass die Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten bzw. Gruppen zufällig entstanden sind und somit nichts mit der Intervention zu tun haben. Als Signifikanzwert wurde jeweils $p = 0,05$ festgelegt. Wenn die Wahrscheinlichkeit für rein zufällige

Unterschiede zwischen den Messergebnissen also kleiner als 5% ist, wird der Unterschied als überzufällig und somit als signifikant angesehen. Eine direkte Aussage darüber, ob dieser Behandlungseffekt auch klinisch relevant ist, wird durch die statistische Signifikanz jedoch noch nicht getroffen. Als Streuungsmaß wurde jeweils die Standardabweichung (SD) angegeben.

5.3 Ergebnisse der Studien

Sechs der acht eingeschlossenen Studien fanden zumindest für einen Zielparameter einen signifikanten Unterschied im paarweisen Vergleich zwischen der jeweiligen SMIT-Gruppe mit der KG (Antolinos-Campillo et al., 2014; Aparicio et al., 2009; Espí-López et al., 2018; González-Rueda et al., 2020, 2021; Joshi et al., 2021). Eine weitere Studie kam im Gruppenvergleich über ihre drei IG und eine KG ebenfalls zu einem signifikanten Ergebnis (Vakhariya et al., 2016). Nur in einer Studie wurde im Gruppenvergleich kein signifikanter Unterschied gefunden, aber die klinischen Ergebnisse waren in der SMIT-Gruppe etwas besser (Hasaneen et al., 2018). Ein Überblick über die Ergebnisse findet sich in Tabelle 2.

Espí-Lopez et al. (2018) beobachteten in ihrer Studie mit Migränepatienten bei der SMIT-Gruppe (SMIT + TrP-Therapie und Dehnung) eine signifikante ($p = 0,000$) Verbesserung der HIT-6 Ergebnisse um 25% von 59,23 (SD 6,27) auf 44,27 (SD 9,76) Punkte nach einer achtwöchigen Behandlungsphase (4 Therapieeinheiten). Auch die Kontrollgruppe (TrP-Therapie und Dehnung) zeigte PT eine signifikante Verbesserung ($p = 0,000$) um 12%. Der Unterschied zwischen IG und KG ist jedoch signifikant ($p = 0,002$). Espí-Lopez (2018) setzten außerdem den MIDAS und den SF-36 Fragebogen ein. In der SMIT-Gruppe reduzierte sich die MIDAS Punktzahl, also die Einschränkung durch Migräne, signifikant. Der Mittelwert fiel von 24,64 (SD 18,40) auf 7,59 (SD 10,6) PT, also um 17,05 Punkte ($p < 0,001$). Eine signifikante Verbesserung war zwar auch in der KG zu beobachten ($p < 0,001$). Der Unterschied in der Veränderung zwischen der IG und der KG war jedoch signifikant ($p < 0,05$). In beiden Subskalen des SF-36 Fragebogens wurde bei der IG eine signifikante Erhöhung der Punktzahl und damit eine Verbesserung der Gesundheit und Lebensqualität erfasst (physisch ($p < 0,05$); mental ($p < 0,001$)). Die KG zeigte dagegen nur in der physischen Subskala eine signifikante Verbesserung ($p = 0,05$). Die

Unterschiede zwischen den Gruppen waren hinsichtlich der Veränderungen der SF-36 Punkte jedoch nicht signifikant.

Antolinos-Campillo et al. (2014) stellten in der SMIT-Gruppe eine signifikante Änderung der ROM des Ellenbogens fest ($p = 0,01$). Auch der Vergleich mit der KG zeigte einen signifikanten Unterschied der ROM ($p = 0,013$). Es gab allerdings keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen hinsichtlich des Nackenschmerzes ($p = 0,38$) und der Griffstärke ($p = 0,06$).

Die zwei Studien, die González-Rueda mit ihren Kollegen veröffentlichten (González-Rueda et al., 2020, 2021), beziehen sich auf den selben Datensatz. FRT-Ergebnisse wurden in beiden Studien veröffentlicht, aber nur in einer Studien (González-Rueda et al., 2020) ein statistischer Vergleich zwischen den Gruppen vorgenommen. Hier zeigte sich PT beim Vergleich der Gruppen SMIT und UCTM mit der KG jeweils eine signifikante Vergrößerung der ROM ($p < 0,027$ und $p < 0,004$) hin zur Seite mit der deutlicheren Restriktion. Nach drei Monaten war der Unterschied jedoch nur noch bei der UCTM Gruppe signifikant ($p < 0,007$). In der anderen Studie (González-Rueda et al., 2021) gaben sie nur den jeweiligen Prozentsatz an bei dem der FRT negativ ausfiel. Dieser lag bei der SMIT-Gruppe PT bei 38,5%, bei der UCTM-Gruppe bei 69,2% und bei der KG bei 19,2%. Beim FU nach drei Monaten fielen noch mehr FRT negativ aus (46,2%, 80,8% und 26,9%). Diese Änderungen der Prozentsätze sind innerhalb der Gruppen signifikant.

Die Ergebnisse des NDI werteten González-Rueda und Kollegen in den beiden Studien unterschiedlich aus. In der Studie, die González-Rueda et al. 2020 veröffentlichten, ergab der Vergleich zwischen den Gruppen (3 x 3 mixed model ANOVA) keinen signifikanten Unterschied beim NDI. In der Studie die González-Rueda et al. 2021 veröffentlichten stellten sie beim Vergleich zwischen den Gruppen (one-way ANOVA) PT einen signifikanten Unterschied zwischen der SMIT-Gruppe und der KG fest ($p < 0,001$). Die UCTM-Gruppe zeigte in dieser Auswertung PT ($p < 0$ 0,008) und beim FU ($p < 0,018$) eine signifikante Verbesserung zur KG.

Die Ergebnisse der GROC-Skala, die von González-Rueda et al. nur in der Studie von 2021 veröffentlicht wurden, zeigten PT in den drei Gruppen eine signifikante Verbesserungen ($p = 0,012$), jedoch wurde hier, wie auch für den

FRT, kein statistischer Vergleich zwischen den Gruppen angegeben. Diese Studie beinhaltet auch NPRS und PPT Ergebnisse. Diese unterschieden sich zwischen der SMIT-Gruppe und der KG PT und beim FU nicht signifikant (González-Rueda et al., 2021).

Mit dem HIT-6 Fragebogen wiesen González-Rueda et al. (2021) in der SMIT-Gruppe PT eine signifikante Verbesserung von 49,12 (SD 14,03) auf 42,54 (SD 11,61) Punkte ($p < 0,05$) nach und auch beim FU war die Verbesserung zum Ausgangswert mit 40,65 (SD 10,79) Punkten signifikant ($p < 0,05$). Im Vergleich mit der KG war die Verbesserung beide Male signifikant ($p < 0,028$ bzw. $p < 0,049$). In der Studie von 2020 waren keine HIT-6 Ergebnisse enthalten.

Der statistische Vergleich zwischen der SMIT-Gruppe und der UCTM-Gruppe zeigte bei González-Rueda (2021) keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Ergebnisse des NDI, der NPRS und des PPT. Die oben erwähnten HIT-6 Ergebnisse waren für SMIT zwar besser als für UCTM, aber der Unterschied war auch hier nicht signifikant. In der Studie von 2020 zeigte der Vergleich zwischen den Gruppen auch bei der globalen aktiven CROM keine signifikanten Unterschiede (González-Rueda et al., 2020). In der Studie von 2021 wurden zur globalen aktiven CROM keine Ergebnisse veröffentlicht.

Den Effekt von SMIT auf chronischen unteren Rückenschmerz untersuchten Joshi et al. (2021) während eines vierwöchigen Behandlungsprogramms anhand der NPRS, des MMST, dem ODI und dem SF-36 Fragebogen. Alle drei Gruppen (SMIT + IFT + Übungen; IFT + Übungen; nur Übungen) zeigten bei den meisten Zielgrößen nach vier Wochen eine signifikante Verbesserung im Vergleich zu den jeweiligen Ausgangswerten. Die Verbesserung der lumbalen Flexion war jedoch bei der SMIT-Gruppe und der IFT-Gruppe im Vergleich zur KG signifikant größer ($p = 0,001$ bzw. $p = 0,012$). Dagegen war die lumbale Extension nur in der SMIT-Gruppe im Vergleich zu beiden anderen Gruppen signifikant vergrößert ($p = 0,008$ bzw. $p = 0,081$). Der ODI zeigte in der SMIT-Gruppe die größte Verbesserung und der Vergleich zwischen den Gruppen zeigte, dass die Gruppenunterschiede signifikant waren ($p = 0,006$). Die Ergebnisse für Schmerzwahrnehmung und Lebensqualität unterschieden sich zwischen den Gruppen aber nicht signifikant.

Hasaneen et al. (2018) konnten zeigen, dass sich bei ihren Probanden mit chronischen unteren Rückenschmerzen nach fünf Behandlungseinheiten sowohl bei der IG (SMIT + Kräftigungs- und Dehnungsübungen), als auch bei der KG (Kräftigungs- und Dehnungsübungen) der Schmerzlevel, die lumbale Flexion und Extension sowie die funktionalen Einschränkungen signifikant verändert hatten (IG: jeweils $p = 0,0001$; KG: VAS $p = 0,0001$, lumbale Flex. $p = 0,002$, lumbale Ex. $p = 0,003$, ODI $p = 0,001$). Im Vergleich zwischen den Gruppen war der Unterschied jedoch bei keinem der Parameter PT signifikant.

Die Effekte von SMIT bei Probanden mit verkürzter ischiocruraler Muskulatur wurden von Aparicio et al. (2009) und Vakhariya et al. (2016) anhand des passiven SLR Tests bewertet. Im Zwischengruppenvergleich wiesen Aparicio et al. (2009) zwischen der IG und der KG an beiden Beinen einen signifikanten Unterschied ($p < 0,001$) zwischen der SMIT und der Placebo-Behandlung nach. Auch Vakhariya et al. (2016) wiesen innerhalb der SMIT Gruppe eine signifikante Verbesserung ($p < 0,0001$) der Hüftflexion nach, ebenso wie einen signifikanten Unterschied über alle vier Gruppen PT (SMIT M 80,75°, SD 4,67; neurodynamische Mobilisation M 81,25°, SD 3,19; statisches Dehnen M 86°, SD 4,47; KG M 59°, SD 5,07; $p < 0,0001$). Die Signifikanz im paarweisen Vergleich der drei IG zur Kontrollgruppe testeten sie jedoch nicht. Innerhalb der KG gab es im Hinblick auf den SLR Test keine signifikante Veränderung ($p = 0,7188$).

Aparicio et al. (2009) erfassten die Behandlungseffekte außerdem anhand des PAT, des FFDT sowie des PPT auf Triggerpunkten in den drei ischiocruralen Muskeln. Im Hinblick auf den PAT war der Unterschied zwischen der SMIT-Gruppe und der Kontrollgruppe (Placebo-Behandlung) signifikant ($p < 0,001$ links/$p = 0,005$ rechts), ebenso beim FFDT ($p < 0,001$). Bei der Druckschmerzhaftigkeit zeigten sich nur beim rechten M. semimembranosus signifikante Unterschiede zur KG ($p = 0,021$).

Vakhariya et al. (2016) erfassten die Behandlungseffekte außerdem mit dem AKET und mit dem MSART. Der Unterschied der Mittelwerte der SMIT Gruppe BL versus PT war bei beiden Tests signifikant ($p < 0,0001$). Im Vergleich über alle vier Gruppen (SMIT, neurodynamisches Gleiten, statisches Dehnen, KG) fanden sie auch beim aktiven AKET und beim MSART einen signifikanten Gruppenunterschied (beide $p < 0,0001$). Einen paarweisen Vergleich zwischen

SMIT Gruppe und KG führten sie auch hier nicht durch. Innerhalb der KG gab es im Hinblick auf die beiden Tests keine signifikante Veränderung ($p = 0,5454$ und $p = 0,6663$).

5.4 Qualitative Bewertung der Studien

Die Bewertung der methodischen Qualität der eingeschlossenen RCT ist im Folgenden anhand der fünf Bias-Domänen (D) des RoB 2-Tools dargestellt. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse zusammengefasst. Die Signalfragen und die Tabellen mit den jeweiligen Antworten finden sich im Anhang B.

Tabelle 3: Gesamtbewertung des Biasrisikos der eingeschlossenen Studien.

Studie	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	Biasrisiko Gesamt-bewertung
Espí-López et al., 2018	niedrig	einige Bedenken	niedrig	einige Bedenken	einige Bedenken	**einige Bedenken**
Antolinos-Campillo et al., 2014	einige Bedenken	einige Bedenken	niedrig	niedrig	einige Bedenken	**einige Bedenken**
González-Rueda et al., 2020	niedrig	einige Bedenken	niedrig	niedrig	hoch	**hoch**
González-Rueda et al., 2021	niedrig	einige Bedenken	niedrig	niedrig	hoch	**hoch**
Hasaneen et al., 2018	niedrig	einige Bedenken	niedrig	einige Bedenken	einige Bedenken	**einige Bedenken**
Joshi et al., 2021	einige Bedenken	einige Bedenken	niedrig	einige Bedenken	einige Bedenken	**einige Bedenken**
Aparicio et al., 2009	niedrig	einige Bedenken	niedrig	niedrig	einige Bedenken	**einige Bedenken**
Vakhariya et al., 2016	einige Bedenken	einige Bedenken	niedrig	einige Bedenken	einige Bedenken	**einige Bedenken**

5.4.1 Domäne 1: Bias durch den Randomisierungsprozess

Die Randomisierung soll verhindern, dass prognostische Faktoren einen Einfluss auf die Gruppenzuteilung haben, da ansonsten ein Bias entsteht. Sechs der acht Studien nutzten eine computergenerierte Zufallssequenz oder ein Umschlagverfahren und hielten die Zuteilung verdeckt. Fünf dieser sechs Studien wiesen vor Interventionsbeginn keine kritischen Unterschiede auf (Aparicio et al., 2009; Espí-López et al., 2018; González-Rueda et al., 2021, 2020; Hasaneen et al., 2018). Das Biasrisiko für diese Domäne ist bei diesen fünf Studien entsprechend niedrig. Bei Antolinos-Campillo et al. (2014) bestanden bereits zu Beginn signifikante Unterschiede bei einer der untersuchten Parameter (ROM des Ellenbogens; $p = 0,02$). In dieser Studie bestehen für diese Domäne folglich einige Bedenken. Joshi et al. (2021) und Vakhariya et al. (2016) geben zwar an, dass die Gruppenzuteilung nach dem Zufallsprinzip erfolgte, macht aber keine Angaben darüber, wie genau die Randomisierung durchgeführt wurde. Entsprechend bestehen daher auch bei diesen beiden Studien einige Bedenken.

5.4.2 Domäne 2: Bias durch Abweichungen von den vorgesehenen Interventionen / Effekt der Zuordnung zur Intervention

Dieses Bias kann durch eine effektive Verblindung der Probanden und der Therapeuten sowie einer Datenanalyse, die den Effekt der Zuordnung zur Intervention berücksichtigt, minimiert werden. Bei Espí-Lopez et al. (2018) führte die selbe Therapeutin sowohl die Interventionen als auch die Datenaufnahme durch. Sie war nur hinsichtlich der Zielsetzung der Studie verblindet. Die Probanden waren nicht über ihre Gruppenzugehörigkeit informiert. Antolinos-Campillo et al. (2014) verblindeten ihre Probanden, jedoch nicht die Therapeuten. Bei González-Rueda (2020, 2021) wussten die Probanden und Therapeuten um die Gruppenzugehörigkeit. Hasaneen et al. (2018) machten keine Angaben zu einer Verblindung der Patienten oder der Therapeuten, daher ist davon auszugehen, dass es auch keine gab. Bei Joshi et al. (2021) waren nur die Probanden verblindet. Bei Aparicio et al. (2009) und Vakhariya et al. (2016) waren weder Probanden noch Therapeuten verblindet. Keiner der Autoren berichtete von Abweichungen von den geplanten Interventionen aufgrund des Versuchskontextes. Bei allen Studien bestehen in dieser Domäne einige Bedenken.

5.4.3 Domäne 3: Bias durch fehlende Ergebnisdaten

Um dieses Biasrisiko abschätzen zu können muss abgeklärt werden, wie viele Ergebnisdaten von den randomisierten Probanden für die Auswertung auch wirklich vorlagen. Falls es relevante Ausfälle gab, muss überprüft werden, ob nachgewiesen werden konnte, dass sich hieraus kein Bias ergab. Falls dieser Nachweis nicht erbracht werden konnte, muss abgeschätzt werden, ob die fehlenden Daten von dem wahren Wert der Ergebnisse abhängen könnten und gegebenenfalls wie groß die Wahrscheinlichkeit hierfür ist. Espì-Lopez (2018) hatten drei Ausfälle, das sind 6,5% (n = 46). Es ist nicht wahrscheinlich, dass das Fehlen dieser Ergebnisse mit ihrem wahren Wert assoziiert ist. González-Rueda (2020, 2021) hatten sieben Ausfälle, das sind 9,2% (n = 76). Die Autoren nutzten die Last-Observation-Carried-Forward Methode, um die fehlenden Daten zu kompensieren, allerdings stuften Sterne et al. (2019) diese Methode als nicht-probates Verfahren zur Korrektur eines Bias durch fehlende Ergebnisdaten ein. Dass das Fehlen der Ergebnisse jedoch mit ihrem wahren Wert zusammenhängt, ist unwahrscheinlich. Vakhariya et al. (2016) machten keine Angabe zu Ausfällen. Falls es zu welchen gekommen sein sollte, wäre es jedoch unwahrscheinlich, dass diese mit dem wahren Wert der Ergebnisse in Zusammenhang standen. Hier liegen entsprechend einige Bedenken hinsichtlich des Biasrisikos vor. Bei Antolinos-Campillo et al. (2014), Aparicio et al. (2009), Hasaneen et al. (2018) und Joshi et al. (2021) gab es keine Ausfälle. Bei allen Studien ist das Biasrisiko in dieser Domäne niedrig.

5.4.4 Domäne 4: Bias durch Ergebnismessung

Fehler bei der Datenerhebung bergen ein Biasrisiko. Um dieses gering zu halten ist es vorteilhaft, wenn die Methode der Datenerhebung angemessen und zwischen den Gruppen gleich ist. Auch die Verblindung der Gutachter minimiert dieses Bias. In allen acht Studien war die Datenerhebung methodisch unbedenklich. Allerdings waren die Gutachter in vier Studien nicht verblindet (Espí-López et al., 2018; Hasaneen et al., 2018; Joshi et al., 2021; Vakhariya et al., 2016). Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass dies die Datenaufnahme in relevantem Umfang beeinflusst hat. Trotzdem bestehen bei diesen vier Studien einige Bedenken. Die anderen vier Studien weisen ein niedriges Biasrisiko auf.

5.4.5 Domäne 5: Bias durch Selektion des berichtigten Ergebnisses

Die Studie von Espì-Lopez et al. (2018) wurde bei Clinical Trials der U.S. Library of Medicine registriert, Angaben zur geplanten Datenanalyse waren jedoch nicht auffindbar. Hinsichtlich des Biasrisikos bestehen hier einige Bedenken. González-Rueda et al. (2020, 2021) veröffentlichten eine Studienbeschreibung 2016 auf der Seite Clinical Trials der U.S. Library of Medicine. In dieser Beschreibung gehen sie jedoch nicht auf die geplante statistische Auswertung ein. In der Studiendurchführung wichen sie von der Planung ab, da sie die Studie nur einfach verblindet (Gutachter) und nicht wie ursprünglich geplant doppelt-verblindet durchführten. Sie veröffentlichten in den beiden Studien unterschiedliche Ergebnisparameter, die in derselben Population erhoben wurden. Sie veröffentlichten außerdem in den beiden Studien unterschiedliche Analysen für die NDI-Werte und FRT-Ergebnisse. Hieraus ergibt sich ein hohes Biasrisiko für die Selektion des berichtigten Ergebnisses. Antolinos-Campillo et al. (2014), Hasaneen et al. (2018), Joshi et al. (2021), Aparicio et al. (2009) und Vakhariya et al. (2016) haben keine Angaben zur ursprünglich geplanten Datenanalyse oder zu einem veröffentlichten Studienprotokoll gemacht. Hieraus ergeben sich bei diesen Studien einige Bedenken.

6 Diskussion

6.1 Diskussion der Methodik

Dieses Kapitel dient der kritischen Auseinandersetzung mit dem methodischen Vorgehen beim Erstellen der vorliegenden Arbeit. Die Limitationen werden dargelegt.

6.1.1 Studiendesign

Das Studiendesign eines systematischen Literaturüberblicks war für die Zielsetzung am besten geeignet, da nicht genügend methodisch ähnliche Veröffentlichungen zu den jeweiligen Krankheitsbildern und Einschränkungen vorlagen, um eine aussagekräftige Metaanalyse durchführen zu können. Das PRISMA 2020 Statement (Page et al., 2021) diente als Orientierung bei der Ausarbeitung und bei der graphischen Darstellung des Ablaufs der Literatursuche. Hierdurch sollte das Biasrisiko der vorliegenden Arbeit reduziert werden. Der Autor sah beim Erstellen dieser Literaturübersicht keinen ethischen Konflikt.

6.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Die Ein- und Ausschlusskriterien orientierten sich am PICOS-Ansatz (Moher et al., 2009), um so die Literaturauswahl klar definiert entsprechend der Zielsetzung vornehmen zu können. Es wurde festgelegt, dass nur RCT eingeschlossen wurden. Deren Studiendesign eignet sich am besten, um Behandlungseffekte erfassen zu können (Hariton and Locascio, 2018). Studien die ausschließlich Probanden mit Spannungskopfschmerzen in der untersuchten Population hatten wurden ausgeschlossen, da hierzu bereits eine Metaanalyse vorliegt (Jiang et al., 2019) und der Fokus klar auf dem Schließen der Forschungslücke lag. Vorgaben bezüglich der Ergebnisgrößen wurden keine gemacht, da in dieser Arbeit ein Überblick über die Vielfalt der Effekte von SMIT gegeben werden sollte.

6.1.3 Literatursuche

Für die Literatursuche wurden die Datenbanken Cochrane Library, PubMed und PEDro sowie Google Scholar ausgewählt. Alle vier Datenbanken sind frei zugänglich. Die Cochrane Library und PubMed gehören zu den großen,

anerkannten wissenschaftlichen Datenbanken im Bereich Gesundheit (Boland et al., 2017). PEDro ist eine auf Physiotherapie spezialisierte Datenbank mit 41362 gelisteten klinischen Studien (Stand Februar 2022) und Google Scholar ist eine große, multidisziplinäre Suchmaschine für wissenschaftliche Recherchen. Durch diese Auswahl an Datenbanken sollte der Zugriff auf den größten Teil der relevanten Literatur ermöglicht werden. Anhand der Referenzen der identifizierten Studien wurde nach weiteren relevanten Studien gesucht, die nach den selben Kriterien auf Eignung geprüft wurden. Der Ablauf der systematischen Literatursuche wurde anhand eines PRISMA-Flussdiagramms dokumentiert. Dadurch ist der Ablauf nachvollziehbar und replizierbar. Da die primäre Suche nur in den vier oben genannten Datenbanken erfolgte, ist davon auszugehen, dass nicht alle veröffentlichten Studien welche den Ein- und Ausschlusskriterien entsprechen identifiziert werden konnten.

6.1.4 Darstellung der Ergebnisse und qualitative Bewertung

Die Ergebnisse wurden exzerpiert und tabellarisch zusammengefasst. Das ermöglicht es dem Leser, sich rasch einen Überblick über die verschiedenen Behandlungseffekte entsprechend der symptomatischen Körperregionen machen zu können.

Das Biasrisiko wurde mithilfe des RoB 2-Tools erfasst (Higgins et al., 2019a), da dieses zu den anerkanntesten Verfahren zur Qualitätsbewertung von RCT gehört und von der Cochrane Collaboration empfohlen wird. Die Ergebnisse der qualitativen Bewertung, entsprechend der fünf Bias-Domänen, wurden tabellarisch dokumentiert und sind im Anhang B zu finden. Die Kenntnis der vorliegenden Biasrisiken und deren Lagerung entsprechend der fünf Domänen war hilfreich bei der Interpretation der Ergebnisse. Durch die Heterogenität der eingeschlossenen RCT und folglich auch der Struktur ihrer Ergebnisgrößen, ist eine Steigerung der Aussagesicherheit der Studienergebnisse im Sinne der Evidenzpyramide in der vorliegenden Literaturübersicht nur in sehr begrenztem Umfang gegeben.

6.1.5 Weitere Limitationen

Die vorliegende Arbeit wurde nicht von einem Team aus Wissenschaftlern sondern von einer Einzelperson erstellt. Das Biasrisiko einer Übersichtsarbeit

kann aber dadurch reduziert werden, dass Vorauswahl, Volltextprüfung, Extraktion der Ergebnisse und qualitative Bewertung der Studien von zwei oder mehr Personen parallel und unabhängig von einander durchgeführt werden.

Der Autor beherrscht nur Deutsch und Englisch in dem Umfang, dass Studien ausgewertet werden können. Dadurch wurde ein Teil des Literaturkörpers von der Suche ausgeschlossen und es ergibt sich Publikationsbias.

6.2 Diskussion der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse kritisch diskutiert, im Hinblick auf ihre medizinische Bedeutung interpretiert und mögliche Wirkmechanismen von SMIT erörtert.

6.2.1 SMIT bei Kopfschmerz

In zwei Studien wurden die Auswirkung von SMIT bei Kopfschmerzen erfasst. Bei Espí-Lopez et al. (2018) litten alle Probanden an Migräne und bei den Nackenschmerzpatienten von González-Rueda et al. (2021) litten in der SMIT-Gruppe 62% (n = 16) regelmäßig an Kopfschmerzen (UCTM 58%, KG 62%). Es konnte gezeigt werden, dass sich die HIT-6 Ergebnisse und damit die Schwere der Kopfschmerzen bei Migränepatienten (Espí-López et al., 2018) und bei Patienten mit chronischem mechanischem Nackenschmerz (González-Rueda et al., 2021) durch den Einsatz von SMIT zusätzlichen zu einer konventionellen Therapie im Vergleich zu einer KG mit ausschließlich konventioneller Therapie signifikant verbesserten. Bei Espí-Lopez et al. (2018) fiel der Mittelwert der HIT-6 Punkte von 59,23 (SD 6,27) auf 44,27 (SD 9,76), eine Reduktion von 14,96 Punkten. Bei der KG fiel der Punktwert nur um 7,85. Die Veränderung der Werte unterscheidet sich also um 7,11 Punkte. Der minimale klinisch wichtige Unterschied (MCID, engl. Abkürzung für Minimal Clinically Important Difference) liegt bei Migräne bei -1,5 Punkten (Smelt et al., 2014). Somit liegen die mit HIT-6 erfassten Behandlungseffekte bei Espí-Lopez et al. (2018) weit im klinisch relevanten Bereich.

Bei González-Rueda et al. (2021) fiel der Mittelwert der HIT-6 Punkte von 49,12 (SD 14,03) auf 42,54 (11,61) PT bzw. 40,65 (SD 10,79) FU, also um 6,58 (SD 8,50) bzw. 8,46 (SD 9,77) Punkte. Bei der KG fielen die Werte um 0,96 (SD 1,87) PT bzw. 2,58 (SD 6,06) FU. Bei González-Rueda et al. wurde der Kopfschmerz nicht weiter beschrieben, doch es ist davon auszugehen, dass es sich zu einem guten Teil um Spannungskopfschmerz (häufigster Kopfschmerz) und anderen zervikogenen Kopfschmerzen handelte. Der MCID liegt bei chronischem Kopfschmerz bei -2,3 (Coeytaux et al., 2006). Die HIT-6 Ergebnisse von González-Rueda et al. (2021) liegen also ebenfalls im klinisch relevanten Bereich.

Auch die MIDAS Ergebnisse unterstreichen die klinische Relevanz. Bei der Studie mit Migränepatienten zeigte sich hier ebenfalls eine signifikante Verbesserung (Espí-López et al., 2018). Der Mittelwert fiel von 24,64 (SD 18,40) auf 7,59 (SD 10,6) PT, also um 17,05 Punkte. Beim MIDAS liegt die minimal wichtige Veränderung bei 4,5 Punkten (Carvalho et al., 2021). Somit sind auch die MIDAS Ergebnisse von Espí-Lopez et al. (2018) weit im klinisch relevanten Bereich.

Der krankheitsunspezifische Gesundheitsfragebogen SF-36, der bei den Migränepatienten genutzt wurde, zeigte jedoch keine signifikanten Veränderungen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Espí-López et al., 2018). Der krankheitsunspezifische Fragebogen GROC, der bei den Nackenschmerzpatienten von González-Rueda et al. (2021) ausgewertet wurde, zeigte in der SMIT-Gruppe eine deutlichere Verbesserung des generellen Gesundheitszustandes gegenüber der KG. In der UCTM-Gruppe waren die Ergebnisse jedoch noch besser. Ein statistischer Gruppenvergleich für GROC war in der Veröffentlichung nicht enthalten (González-Rueda et al., 2021).

Im Hinblick auf Spannungskopfscherzen wiesen Jiang et al. (2019) in ihrer Metaanalyse ebenfalls eine signifikante Verbesserung verschiedener Parameter durch SMIT nach. Sie zeigten außerdem, dass Manipulationen des OAA-Komplexes in Kombination mit SMIT nach vierwöchiger Behandlung bessere Effekte erzielen als SMIT oder Manipulationen alleine. Beim FU acht Wochen nach BL zeigte sich jedoch kein größer Unterschied mehr beim Vergleich der Behandlungseffekte der kombinierten Behandlung mit den Effekten von SMIT alleine.

Hinsichtlich des Biasrisikos bestehen bei Espí-Lopez et al. (2018) einige Bedenken. Dass die Ergebnisse jedoch soweit verzerrt wurden, dass diese fälschlicherweise eine Linderung der Migränesymptome anzeigen, schätzt der Autor aufgrund der Lagerung der Biasrisiken und dem deutlichen Überschreiten der Schwelle hin zur klinischen Relevanz bei beiden krankheitsspezifischen Parametern als sehr unwahrscheinlich ein. Bei González-Rueda et al. (2020, 2021) ist das Biasrisiko zwar hoch, da jeweils selektive Ergebnisse aus einem Versuchsablauf veröffentlicht wurden und für manche Ergebnisse mehrere Auswertungen erfolgten. Bei der Interpretation der HIT-6 Ergebnisse ist aber

auch zu beachten, dass 38% der Nackenschmerzpatienten überhaupt keine Kopfschmerzen hatten, jedoch trotzdem mit dem HIT-6 Fragebogen evaluiert wurden.

Die Ursachen von Migräne sind nicht abschließend geklärt. Mittlerweile konnte jedoch zumindest gezeigt werden, dass es sich um eine komplexe, variable Funktionsstörung des Nervensystems handelt und dass genetische Ursachen eine entscheidende Rolle spielen (Charles, 2018). Aber auch ein Zusammenhang mit Nackenschmerzen sowie Rotationseinschränkungen in der HWS konnte nachgewiesen werden (Aoyama, 2021). Fernández-de-las-Peñas et al. (2006) zeigten außerdem einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von einseitiger Migräne und aktiven Triggerpunkten in den Nacken- und Kopfmuskeln (meist ipsilateral). Auch ein verminderter kraniovertebraler Winkel, und somit auch eine nach vorn verlagerte Kopfhaltung, tritt bei Migränepatienten gehäuft auf (Fernández-de-las-Peñas et al., 2006). Der pathomechanistische Zusammenhang zwischen Nackenmuskulatur respektive Kopfhaltung und Migräne könnte in einer nozizeptiven Dauererregung der Pars caudalis des spinalen Trigeminuskerns liegen (Aoyama, 2021; Fernández-de-las-Peñas et al., 2006), denn neben Afferenzen des Nervus trigeminus enden hier, wie in Kapitel 2 besprochen, auch Afferenzen aus den oberen Zervikalnerven welche die SOR inklusive der SM innervieren. Diese Dauererregung könnte durch ein komplexes neurovaskuläres Zusammenspiel ein Auslöser von Migräneattacken sein und bei der Aufrechterhaltung des Krankheitsbildes eine Rolle spielen (Fernández-de-las-Peñas et al., 2006).

Bei dem begleitend auftretenden Kopfschmerz von Nackenschmerzpatienten handelt es sich vermutlich meistens um Spannungskopfschmerz und andere Formen von zervikogenem Kopfschmerz. Auch wenn der Name Spannungskopfschmerz bereits eine muskuläre Beteiligung impliziert, ist der genaue Pathomechanismus hier ebenfalls nicht abschließend geklärt. Neben klassischen Triggerpunktausstrahlungen kommt auch hier eine anhaltende nozipeptive Reizung des spinalen Trigeminuskerns in Frage. Hierdurch könnte sich auch eine zentrale Desensibilisierung entwickeln (Fernández-de-Las-Peñas and Courtney, 2014).

In der Ursachenforschung zu den verschiedenen Formen des Kopfschmerz werden außerdem Einflüsse der myoduralen Brücken diskutiert. Eine pathologisch erhöhte Spannung in der Dura mater könnte beispielsweise durch eine Entspannung der SM, und damit auch der myoduralen Brücken, reduziert werden. Kopfschmerz wurde in Ausnahmefällen bereits durch eine chirurgische Durchtrennung von myoduralen Brücken erfolgreich behandelt (Hack and Hallgren, 2004).

Andererseits könnte auch ein Zusammenhang zwischen den myoduralen Brücken und Kopfschmerz darin liegen, dass eine Kontraktion des M. rectus capitis posterior minor über seine Verbindung zur Membrane atlantooccipitalis und zur Dura mater eine Faltung dieser Strukturen während der Extension des Kopfes verhindert. Bei einer dysfunktionalen SM könnte es so auch zu einer Kompression des Rückenmarks durch eine Durafaltung kommen (Alix and Bates, 1999).

Schließlich könnten Zugkräfte, die bei der Kontraktion von SM über die myoduralen Brücken auf die Dura mater übertragen werden, zu Druckunterschieden im Subarachnoidalraum auf Höhe der oberen HWS führen. Eine solche Pumpwirkung könnte den Fluss des Liquors unterstützen (Jiang et al., 2019). Funktionsgestörte SM könnten sich also negativ auf den Fluss des Liquors und hierüber auch auf die Physiologie des zentralen Nervensystems respektive die Entstehung von Kopfschmerz auswirken.

Der Autor möchte an dieser Stelle eine weitere Hypothese zu den möglichen Wirkmechanismen von SMIT bei Kopfschmerz vorstellen. Diese Hypothese wurden nach Kenntnisstand des Autors in der Fachliteratur bisher noch nicht diskutiert: Die Arteria vertebralis zieht vom Foramen transversarium des Atlas zum Foramen magnum und verläuft im Bereich des Trigonum suboccipitale im Sulcus arteriae vertebralis des Arcus posterior atlantis (Schünke et al., 2018). Es ist davon auszugehen, dass es auf dem Arcus posterior atlantis bei der Durchführung von SMIT, je nach Muskelstatus und Nackenfettdepots des Patienten, zu einer partiellen beidseitigen Kompression der Arteria vertebralis kommt. Diese Kompression dürfte einen (geringgradigen) Blutstau bewirken. Ein temporärer Druckabfall in der Arteria basilaris, die aus der rechten und linken Arteria vertebralis entsteht und in den Circulus arteriosus cerebri (Circulus

arteriosus Willisi) mündet, könnte auch zu einem Druckabfall, respektive zu veränderten Strömungsverhältnissen, in diesem Kollateralkreislauf führen (Burlakoti et al., 2017). Sowohl intrakraniellen Blutgefäße als auch die Dura mater werden vom trigeminovaskulären System innerviert (Akerman et al., 2013). Es ist also denkbar, dass die Anwendung von SMIT dieses System durch einen Blutstau reflektorisch beeinflussen kann. Da das trigeminovaskuläre System bei einer Migräneattacke sowohl die Schmerzwahrnehmung als auch die intrakranielle Vasodilatation moduliert (Ashina et al., 2019), könnte ein partieller Blutstau durch SMIT die Migränesymptome durchaus beeinflussen.

Es gibt also mehrere mögliche Erklärungen für den klinisch relevanten Behandlungseffekt von SMIT bei Migräne und anderen Formen des Kopfschmerz. Vor dem Hintergrund der einfachen Durchführung und der überschaubaren Kontraindikationen kommt der Autor zu dem Schluss, dass SMIT ein wertvolles Element in der manualtherapeutischen Kopfschmerzbehandlung sein kann. Weitere Studien zu den Effekten von SMIT bei Kopfschmerzen sind vor allem bezüglich der optimalen Inhibitionsdauer, Gesamttherapiedauer und Anwendungshäufigkeit wünschenswert.

6.2.2 SMIT bei Nackenbeschwerden

Antolinos-Campillo et al. (2014) und González-Rueda et al. (2020, 2021) konnten signifikante Effekte von SMIT auf Probanden mit Nackenschmerz nachweisen. Antolinos-Campillo et al. (2014) stellten bei ihren Probanden mit Schleudertrauma ersten und zweiten Grades eine durch SMIT erzeugte Steigerung der ROM des Ellenbogens von im Mittel 15,4° fest. Das sind 10,5° mehr als bei der KG mit Placebo-Behandlung. Ein MCID Wert für Änderungen der ROM des Ellenbogens bei Schleudertraumapatienten konnte nicht identifiziert werden. Sun et al. (2021) geben als ankerbasierten MCID für eine offene Arthrolyse aufgrund eines steifen Ellenbogens 14.1° an. Auch wenn der durch SMIT erzielte Effekt bei der ROM des Ellenbogens vermutlich nur im Grenzbereich zur klinischen Relevanz für Schleudertraumapatienten liegt, ist dieses Ergebnis durchaus vielversprechend, wenn man bedenkt, dass die Verbesserung nicht durch eine offene Operation erzielt wurde, sondern durch die vierminütige Anwendung von SMIT.

Als Mechanismus, der diese signifikante Vergrößerung der ROM vermittelt, kommt eine durch SMIT erzeugte fasziale Entspannung in Frage (Myers, 2015). Auch könnte SMIT den Tonus in der Muskulatur global reduzieren und dadurch mehr Bewegung zulassen (Aparicio et al., 2009). Schließlich könnte sich auch eine Reduktion der Spannung in der Dura mater entlang des Plexus brachialis und des Nervus medianus in die Peripherie fortsetzen (Antolinos-Campillo et al., 2014).

Die Griffstärke und der Nackenschmerz änderten sich durch SMIT nicht signifikant. Bei Schleudertraumen kommt es häufig zu einer zentralen Sensibilisierung (Van Oosterwijck et al., 2013), dies könnte das unveränderte Schmerzempfinden erklären.

Bei González-Rueda et al. (2020) zeigte sich zwischen der SMIT-Gruppe und der KG PT ein signifikanter Unterschied in der Veränderung der ROM beim FRT hin zur stärker eingeschränkten Seite. FU war der Unterschied zur KG nicht mehr signifikant. Die Vergrößerung der ROM lag hier in der SMIT-Gruppe BL zu PT im Mittel bei 9,1° (SD 7,82), in der KG nur bei 4,44° (SD 7,71). Bei der Gruppe, die neben einer konventionellen Therapie auch noch mit SMIT behandelt wurde, hatte sich diese ROM also um 4,66° mehr vergrößert als bei der KG, die nur die konventionelle Therapie erhielt. Mit dem FRT erfassten Hall und Robinson (2004) bei einer Population von asymptomatischen Probanden eine mittlere ROM für die Rotation in Flexion von 44°. Die ROM im FRT hatte sich also durch SMIT um über 10% des Normalwertes verbessert. Ein MCID konnte für den FRT nicht identifiziert werden. Bei den anderen Parametern zeigten sich in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede im Gruppenvergleich.

Musculus rectus capitis posterior minor, M. rectus capitis posterior major und Musculus obliquus capitis superior sind an der Extension des Kopfes beteiligt. Der Musculus obliquus capitis inferior bewirkt eine Rotation zwischen Axis und Atlas und somit auch eine Rotation des Kopfes. Es ist daher naheliegend, dass die Anwendung von SMIT, durch die resultierende Entspannung der SM, die Flexion und die Rotation im Bereich der oberen HWS verbessert.

In der Studie von 2021 berechneten González-Rueda et al. keinen statistischen Vergleich zwischen den Gruppen für die hier ebenfalls vorgestellten Ergebnisse des FRT. Außerdem werteten sie in dieser Studie die Ergebnisse des NDI anders

aus als in der Studie von 2020 (one-way ANOVA statt 3 x 3 mixed model ANOVA). Hier zeigte sich nun PT ein signifikanter Unterschied zwischen den Veränderungen des NDI der SMIT-Gruppe und der KG. In der SMIT-Gruppe sank der Wert um 5,88 Punkte (SD 4,57). Young et al. (2009) postulieren jedoch eine MCID von 10 Punkten für den NDI bei Patienten mit mechanischem Nackenschmerz. Folglich konnte auch diese Auswertung keinen klinisch bedeutsamen Einfluss von SMIT auf die Beschwerden und Probleme im Alltag der Nackenpatienten zeigen. Im Vergleich zwischen UCTM-Gruppe und SMIT-Gruppe zeigte sich kein signifikanter Unterschied (González-Rueda et al., 2020, 2021). Das Biasrisiko der beiden Studien von González-Rueda et al. (2020, 2021) ist aufgrund der mehrfachen Ergebnisauswertung hoch.

In Bezug auf den Nacken kann zusammengefasst werden, dass SMIT die Rotation in Flexion in der oberen HWS deutlich verbessern kann. Dies ist therapeutisch interessant, da eine eingeschränkte Flexion und Rotation in der oberen HWS aufgrund von arbeitsbedingten Fehlhaltungen häufig auftritt (Thacker et al., 2011). Bei den parallel zu den chronischen Nackenschmerzen aufgetretenen Kopfschmerzen (González-Rueda et al., 2021, 2020) und bei der eingeschränkten ROM des Ellenbogens von Schleudertraumapatienten (Antolinos-Campillo et al., 2014) zeigten sich deutliche Verbesserungen. Die Wirkmechanismen und das therapeutische Potential von SMIT für verschiedene Krankheitsbilder und Bewegungseinschränkungen des Nackens sollte in weiteren Studien untersucht werden.

6.2.3 SMIT bei unterem Rückenschmerz

Bei den Rückenschmerzpatienten von Hasaneen et al. (2018) konnte in der SMIT-Gruppe eine etwas deutlichere Verbesserung bei verschiedenen Parametern beobachtet werden als in der KG, diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Bei Joshi et al. (2021) war die Verbesserung in der SMIT-Gruppe zwar hinsichtlich der lumbalen Extension gegenüber der IFT-Gruppe, die bis auf die Anwendung von SMIT dieselben Interventionen erhielt, signifikant. Aber der Unterschied betrug im Mittel weniger als 2 mm beim MMST. Ob dieser Unterschied klinisch relevant ist, ist zweifelhaft. Auch die signifikante Verbesserung der ODI-Ergebnisse betrug im Vergleich zur IFT-Gruppe lediglich 2,88 Punkte. Der MCID Wert wird hier jedoch im Bereich zwischen 5 und 17

Punkten angegeben (Schwind et al., 2013). Alle anderen Parameter zeigten auch in der Studie von Joshi et al. (2021) keine signifikanten Unterschiede zwischen der SMIT und der IFT-Gruppe.

Ein wesentlicher Vorteil scheint sich aus der zusätzlichen Anwendung von SMIT zu einer Therapie aus IFT sowie Kräftigungs- und Dehnübungen folglich nicht zu ergeben. Der geringe, jedoch vorhandene Effekt, den SMIT auf den unteren Rücken hat, könnte sich aus einer Reduktion der Spannung in der oberflächlichen Rückenlinie nach Myers (2015) ergeben. Des weiteren könnte auch hier ein global reduzierter Muskeltonus oder eine reduzierte Spannung in der Dura mater als Wirkmechanismus in Frage kommen (Aparicio et al., 2009). Um ein Grundverständnis von diesen Zusammenhängen entwickeln zu können, sind RCT wünschenswert, die den alleinigen Effekt von SMIT, ohne begleitende Anwendungen, auf die Mobilität und die Schmerzempfindung im unteren Rücken untersuchen.

6.2.4 SMIT bei verkürzter ischiocruraler Muskulatur

In beiden Studien zur verkürzten ischiocruralen Muskulatur zeigten die Vergleiche zwischen den Gruppen im Hinblick auf alle Muskeltests und globaleren Bewegungsprüfungen signifikante Unterschiede (Aparicio et al., 2009; Vakhariya et al., 2016).

Bei Aparicio et al. (2009) verringerte sich der Finger-Boden Abstand nach einer einmaligen SMIT-Behandlung von zwei Minuten im Mittel um 3,6 cm. Bei der KG hatte sich der Abstand nur um 0,48 cm verringert. Der SLR zeigte im Mittel eine Vergrößerung der ROM für das rechte Hüftgelenk um 5,89° und für das linke um 5,03°. Der PAT zeigte im Mittel eine Vergrößerung der ROM für das rechte Kniegelenk von 4,14° und für das linke um 5,17°. In der KG betrugen die Unterschiede 0,26°; 0,73°; 0,45° bzw. 0,56°. Pi und Chung (2021) gehen beim Finger-Boden Abstand von einem MCID von 4,5 cm aus. Dieser Wert wurde hier nicht erreicht. Für die ROM des SLR und des PAT konnte in der Literatur keine MCID für Patienten mit verkürzter ischiocruraler Muskulatur identifiziert werden. Als MCID beim SLR bei unterem Rückenschmerz gehen Pi und Chung (2021) von einem Bereich zwischen 5,7 und 6,6° aus. Bei Schlaganfallpatienten postulierten Guzik et al. (2020) für das Kniegelenk der betroffenen Seite eine MCID von 8,48°, für das der nicht-betroffenen Seite von 6,81° (Guzik et al.,

2020). Auch wenn sich diese MCID Werte auf andere Krankheitsbilder beziehen, vermitteln sie doch einen Eindruck über die Größenordnung von klinisch bedeutsamen Änderungen der ROM dieser beiden Gelenke. Die nachgewiesenen signifikanten Gruppenunterschiede dürften daher knapp im Grenzbereich zur klinischen Relevanz liegen. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist jedoch zu beachten, dass die Intervention nur aus einer einmaligen zweiminütigen SMIT Anwendung bestand.

Aparicio et al. (2009) erfassten auch Veränderungen des PPT auf Triggerpunkten der drei ischiocruralen Muskeln. In der SMIT-Gruppe konnten eine leichte Erhöhung des PPT nachgewiesen werden. Diese Verschiebung der Druckschmerzschwelle war jedoch nur beim rechten Musculus semimembranosus signifikant ($p = 0,021$). Folglich haben SMIT nicht nur eine Wirkung auf die Elastizität der ischiocruralen Muskulatur sondern auch auf Kontrakturen im Sinne von Triggerpunkten. Hier ist die Wirkung jedoch so gering, dass andere lokale Behandlungsformen wie die Triggerpunkttherapie, wenn keine weiteren Einschränkungen vorliegen, vorzuziehen sind.

Vakhariya et al. (2016) setzten SMIT ebenfalls mit einer Inhibitionsdauer von zwei Minuten ein, allerdings zehn Tage hintereinander. In der SMIT-Gruppe vergrößerte sich die ROM beim SLR im Mittel um 19,7°. Bei der KG die keine Behandlung erhielt blieb die ROM im SLR nahezu unverändert (-0,25°). Beim AKET war die ROM in der SMIT-Gruppe um 24,9° vergrößert (KG +0,3°) und beim MSART reduzierte sich die Distanz zu den Fußsohlen um 7,9 inch bzw. 20 cm (KG -0,15 inch). Für den MSART und den AKET konnten keine MCID identifiziert werden. Aber die Ergebnisse des SLR haben den oben umrissenen Grenzbereich zur klinischen Relevanz um ein Mehrfaches überschritten.

Auch wenn bei beiden Studien hinsichtlich des Biasrisikos einige Bedenken bestehen, lassen die Ergebnisse nach zehntägiger Behandlung wenig Zweifel daran, dass die Anwendung von SMIT einen sehr großen Einfluss auf die Elastizität der ischiocruralen Muskulatur hat. Jagtap und Mandale (2015) wiesen an asymptomatischen Probanden ebenfalls eine durch SMIT erzielte signifikante Vergrößerung der ROM beim AKET und FFDT nach. Kang et al. (2021) konnten außerdem an asymptomatischen Probanden eine durch SMIT erzielte signifikante Vergrößerung der aktiven ROM in der Dorsiflexion des

Sprunggelenks zeigen. Dabei wurde SMIT entweder für vier oder acht Minuten eingesetzt. Zwischen diesen beiden Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Wie bei der Verbindung der SM zum unteren Rücken kommen auch bei der Verbindung zur deutlich weiter entfernten ischiocruralen Muskulatur ein generell veränderter Tonus in der Muskulatur (Aparicio et al., 2009), eine reduzierte Spannung in der Dura mater (Kang et al., 2021) inklusive der lumbosakralen Spinalnerven und peripheren Nerven, sowie eine Entspannung der oberflächlichen Rückenlinie nach Myers (2015) in Frage.

In der IG von Vakhariya et al. (2016), in der statisches Dehnen (3 x 30 Sek) eingesetzt wurde, waren die Behandlungseffekte jedoch noch größer. Hier kam es sogar im Mittel zu einer Vergrößerung der ROM beim SLR von 31,25° und beim AKET von 30,9°. Beim MSART reduzierte sich hier die Distanz im Mittel um 9,9 inch bzw. 25,15 cm. Somit gewann hier die ischiocrurale Muskulatur noch mehr an Elastizität als durch SMIT. Durch die neurodynamische Mobilisation kam es beim SLR im Mittel zu einer Vergrößerung der ROM von 25,65° und beim AKET von 22,8°. Beim MSART reduzierte sich die Distanz im Mittel um 8,1 inch bzw. 20,6 cm.

Folglich ist statisches Dehnen gegenüber SMIT bei der Behandlung von verkürzter ischiokruraler Muskulatur deutlich effektiver. Falls es jedoch wegen einer Verletzung des Muskelsehnenkomplexes, einer Schienung, einer frischen Fraktur oder einer postoperativen Verschraubung nicht möglich ist, die ischiocrurale Muskulatur zu dehnen, könnten SMIT eine effektive Behandlungsalternative darstellen (Aparicio et al., 2009). Es sind weitere RCT erforderlich, die dieses Potential, vor allem auch im Hinblick auf die Effektdauer, abklären.

7 Schlussbetrachtung

Bei SMIT handelt es sich um eine relativ einfach durchzuführende und risikoarme Behandlungstechnik des oberen Nackens. In der vorliegenden Literaturübersicht wurden acht Studien ausgewertet die Behandlungseffekte von SMIT bei Migräne, Schleudertrauma, chronischem Nackenschmerz, chronischem unterem Rückenschmerz und verkürzter ischiocruraler Muskulatur untersuchten. Es konnten bei allen Indikationen signifikante Behandlungseffekte durch SMIT nachgewiesen

werden. Die Behandlungseffekte lagen jedoch nur bei Migräne und dem Kopfschmerz, der bei chronischem Nackenschmerz teilweise begleitend auftritt, sowie bei der verkürzten ischiocruralen Muskulatur weit im Bereich klinischer Relevanz. Die in der oberen HWS erzielte Verbesserung der Rotation in Flexion war signifikant und dürfte klinisch ebenfalls relevant sein. Verschiedene Hypothesen zu neuronalen, myofaszialen, vaskulären und membranösen Wirkmechanismen stehen zur Diskussion. Vor allem hinsichtlich kranialer und viszeraler Beschwerden sind weitere Studien zu den Effekten von SMIT als Behandlungselement wünschenswert.

8 Literatur

Akerman, S., Holland, P.R., Hoffmann, J. (2013). Pearls and pitfalls in experimental in vivo models of migraine: dural trigeminovascular nociception. Cephalalgia Int. J. Headache 33, 577–592.

Alix, M.E., Bates, D.K. (1999). A proposed etiology of cervicogenic headache: the neurophysiologic basis and anatomic relationship between the dura mater and the rectus posterior capitis minor muscle. J. Manipulative Physiol. Ther. 22, 534–539.

Antolinos-Campillo, P.J., Oliva-Pascual-Vaca, A., Rodríguez-Blanco, C., Heredia-Rizo, A.M., Espí-López, G.V., Ricard, F. (2014). Short-term changes in median nerve neural tension after a suboccipital muscle inhibition technique in subjects with cervical whiplash: a randomised controlled trial. Physiotherapy 100, 249–255.

Aoyama, N. (2021). Involvement of cervical disability in migraine: a literature review. Br. J. Pain 15, 199–212.

Aparicio, É.Q., Quirante, L.B., Blanco, C.R., Sendín, F.A. (2009). Immediate Effects of the Suboccipital Muscle Inhibition Technique in Subjects With Short Hamstring Syndrome. J. Manipulative Physiol. Ther. 32, 262–269.

Ashina, M., Hansen, J.M., Do, T.P., Melo-Carrillo, A., Burstein, R., Moskowitz, M.A. (2019). Migraine and the trigeminovascular system-40 years and counting. Lancet Neurol. 18, 795–804.

Azam, A.M. (2017). Efficacy of sub-occipital muscles decompression techniques in restoring functional walking capacity in hemiplegic cerebral palsy children. Int. J. Contemp. Pediatr. 4, 1132–1137.

Barral, J.-P., Croibier, A. (2021). Gefäßmanipulation: A. und V. vertebralis. Osteopat. Med. 22, 22–27.

Boland, A., Cherry, G., Dickson, R. (2017). Doing a Systematic Review: A Student's Guide: A Student's Guide, 2nd edition. ed. SAGE Publications Ltd, Thousand Oaks, CA.

Brazier, J.E., Harper, R., Jones, N.M., O'Cathain, A., Thomas, K.J., Usherwood, T., Westlake, L. (1992). Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. BMJ 305, 160–164.

Burlakoti, A., Kumaratilake, J., Taylor, J., Massy-Westropp, N., Henneberg, M. (2017). The cerebral basal arterial network: morphometry of inflow and outflow components. J. Anat. 230, 833–841.

Carvalho, G.F., Luedtke, K., Braun, T. (2021). Minimal important change and responsiveness of the Migraine Disability Assessment Score (MIDAS) questionnaire. J. Headache Pain 22, 126.

Charles, A. (2018). The pathophysiology of migraine: implications for clinical management. Lancet Neurol. 17, 174–182.

Cho, S.H. (2021). The effect of suboccipital muscle inhibition and posture correction exercises on chronic tension-type headaches. J. Back Musculoskelet. Rehabil. 34, 989–996.

Coeytaux, R.R., Kaufman, J.S., Chao, R., Mann, J.D., Devellis, R.F. (2006). Four methods of estimating the minimal important difference score were compared to establish a clinically significant change in Headache Impact Test. J. Clin. Epidemiol. 59, 374–380.

Espí López, G.V., Oliva Pascual-Vaca, A. (2012). Atlanto-Occipital Joint Manipulation and Suboccipital Inhibition Technique in the Osteopathic

Treatment of Patients with Tension-Type Headache. Eur. J. Osteopat. Clin. Relat. Res. 7 1 10 21.

Espí-López, G.V., Gómez-Conesa, A., Gómez, A.A., Martínez, J.B., Pascual-Vaca, A.O., Blanco, C.R. (2014). Treatment of tension-type headache with articulatory and suboccipital soft tissue therapy: A double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial. J. Bodyw. Mov. Ther. 18, 576–585.

Espí-López, G.V., Rodríguez-Blanco, C., Oliva-Pascual-Vaca, A., Molina-Martínez, F., Falla, D. (2016). Do manual therapy techniques have a positive effect on quality of life in people with tension-type headache? A randomized controlled trial. Eur. J. Phys. Rehabil. Med. 52, 447–456.

Espí-López, G.-V., Ruescas-Nicolau, M.-A., Nova-Redondo, C., Benítez-Martínez, J.C., Dugailly, P.-M., Falla, D. (2018). Effect of Soft Tissue Techniques on Headache Impact, Disability, and Quality of Life in Migraine Sufferers: A Pilot Study. J. Altern. Complement. Med. N. Y. N 24, 1099–1107.

Fernández-de-Las-Peñas, C., Courtney, C.A. (2014). Clinical reasoning for manual therapy management of tension type and cervicogenic headache. J. Man. Manip. Ther. 22, 44–50.

Fernández-de-las-Peñas, C., Cuadrado, M., Pareja, J. (2006). Myofascial Trigger Points, Neck Mobility and Forward Head Posture in Unilateral Migraine. Cephalalgia 26, 1061–1070.

Fernández-Pérez, A.M., Peralta-Ramírez, M.I., Pilat, A., Moreno-Lorenzo, C., Villaverde-Gutiérrez, C., Arroyo-Morales, M. (2013). Can myofascial techniques modify immunological parameters? J. Altern. Complement. Med. N. Y. N 19, 24–28.

Forsting, M., Jansen, O. (2014). MRT des Zentralnervensystems, 2. vollständig überarbeitete edition. ed. Thieme, Stuttgart.

George, T., Tadi, P. (2022). Anatomy, Head and Neck, Suboccipital Muscles, in: StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).

Giles, P.D., Hensel, K.L., Pacchia, C.F., Smith, M.L. (2013). Suboccipital Decompression Enhances Heart Rate Variability Indices of Cardiac Control in Healthy Subjects. J. Altern. Complement. Med. 19, 92–96.

González-Rueda, V., Hidalgo-García, C., Rodríguez-Sanz, J., Bueno-Gracia, E., Pérez-Bellmunt, A., Rodríguez-Rubio, P.R., López-de-Celis, C. (2020). Does Upper Cervical Manual Therapy Provide Additional Benefit in Disability and Mobility over a Physiotherapy Primary Care Program for Chronic Cervicalgia? A Randomized Controlled Trial. Int. J. Environ. Res. Public. Health 17, E8334.

González-Rueda, V., López-de-Celis, C., Bueno-Gracia, E., Rodríguez-Sanz, J., Pérez-Bellmunt, A., Barra-López, M.E., Hidalgo García, C. (2021). "Short- and mid-term effects of adding upper cervical manual therapy to a conventional physical therapy program in patients with chronic mechanical neck pain. Randomized controlled clinical trial." Clin. Rehabil. 35, 378–389.

Guzik, A., Drużbicki, M., Wolan-Nieroda, A., Turolla, A., Kiper, P. (2020). Estimating Minimal Clinically Important Differences for Knee Range of Motion after Stroke. J. Clin. Med. 9, E3305.

Hack, G.D., Hallgren, R.C. (2004). Chronic Headache Relief After Section of Suboccipital Muscle Dural Connections: A Case Report. Headache J. Head Face Pain 44, 84–89.

Hall, T., Briffa, K., Hopper, D., Robinson, K. (2010). Long-term stability and minimal detectable change of the cervical flexion-rotation test. J. Orthop. Sports Phys. Ther. 40, 225–229.

Hall, T., Robinson, K. (2004). The flexion–rotation test and active cervical mobility —A comparative measurement study in cervicogenic headache. Man. Ther. 9, 197–202.

Hari Ganesh, S. (2017). Comparative Study of the Effects of Neurodynamic Sliding vs Suboccipital Muscle Inhibition Technique on Flexibility of Hamstring in Asymptomatic Subjects with Hamstring Syndrome. Int. J. Clin. Ski. 11.

Hariton, E., Locascio, J.J. (2018). Randomised controlled trials—the gold standard for effectiveness research. BJOG Int. J. Obstet. Gynaecol. 125, 1716.

Hasaneen, B.H., Eweda, R.S.A., Hakim Balbaa, A.E.A. (2018). Effects of the suboccipital muscle inhibition technique on pain intensity, range of motion, and functional disability in patients with chronic mechanical low back pain. Bull. Fac. Phys. Ther. 23, 15–21.

Heredia Rizo, A.M., Pascual-Vaca, Á.O., Cabello, M.A., Blanco, C.R., Pozo, F.P., Carrasco, A.L. (2012). Immediate effects of the suboccipital muscle inhibition technique in craniocervical posture and greater occipital nerve mechanosensitivity in subjects with a history of orthodontia use: a randomized trial. J. Manipulative Physiol. Ther. 35, 446–453.

Higgins, J.P.T., Savovic, J., Page, M.J., Sterne, J. AC, (2019) Revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials RoB 2) Short Version. URL: https://www.riskofbias.info/welcome/rob-2-0-tool/current-version-of-rob-2 (Zugriff am: 26.01.2022)

Higgins, J.P.T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M.J., Welch, V.A. (2019). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions, 2. edition. ed. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ.

Irnich, D., (2017). Leitfaden Triggerpunkte, 1st edition. ed. Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH, München.

Jagtap, P.K., Mandale, S.D. (2015). The Effect of Suboccipital Muscle Inhibition Technique on Hamstring Tightness Patients. J. Evol. Med. Dent. Sci. 4, 5682–5689.

Jiang, W., Li, Z., Wei, N., Chang, W., Chen, W., Sui, H.-J. (2019). Effectiveness of physical therapy on the suboccipital area of patients with tension-type headache. Medicine (Baltimore) 98, e15487.

Joshi, S., Yadav, R., Pawalia, A. (2021). Can a cervical muscle inhibition technique reduce chronic low back pain? Adv. Rehabil. 35.

Kamper, S.J., Maher, C.G., Mackay, G. (2009). Global Rating of Change Scales: A Review of Strengths and Weaknesses and Considerations for Design. J. Man. Manip. Ther. 17, 163–170.

Kang, H.-S., Kwon, H.-W., Kim, D.-G., Park, K.-R., Hahm, S.-C., Park, J.-H. (2021). Effects of the Suboccipital Muscle Inhibition Technique on the Range of Motion of the Ankle Joint and Balance According to Its Application Duration: A Randomized Controlled Trial. Healthc. Basel Switz. 9, 646.

Koç, M., Bayar, B., Bayar, K. (2018). A Comparison of Back Pain Functional Scale With Roland Morris Disability Questionnaire, Oswestry Disability Index, and Short Form 36-Health Survey. Spine 43, 877–882.

Kosinski, M., Bayliss, M.S., Bjorner, J.B., Ware, J.E., Garber, W.H., Batenhorst, A., Cady, R., Dahlöf, C.G.H., Dowson, A., Tepper, S. (2003). A six-item short-form survey for measuring headache impact: the HIT-6. Qual. Life Res. Int. J. Qual. Life Asp. Treat. Care Rehabil. 12, 963–974.

Krishna, H., pk, S., Dhote, C. (2021). Comparison between Immediate Effect of Neural Mobilization and Myofascial Release of Suboccipital Muscle on Hamstring Length in Younger Adults - An Interventional Study. Int. J. Sci. Healthc. Res. 6, 438–445.

Liem, T. (2014). Osteopathische Behandlung der Dura mater spinalis in der hochzervikalen Region. Osteopat. Med. 15, 4–11.

Liem, T., Dobler, T.K. (2018). Checkliste Kraniosakrale Osteopathie, 3. unveränderte edition. ed. Karl F. Haug, Stuttgart.

MacDermid, J.C., Walton, D.M., Avery, S., Blanchard, A., Etruw, E., McAlpine, C., Goldsmith, C.H. (2009). Measurement properties of the neck disability index: a systematic review. J. Orthop. Sports Phys. Ther. 39, 400–417.

McPartland, J.M., Brodeur, R.R. (1999). Rectus capitis posterior minor: a small but important suboccipital muscle. J. Bodyw. Mov. Ther. 3, 30–35.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., Group, T.P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLOS Med. 6, e1000097.

Monzani, L., Espí, G., Zurriaga, R., Andersen, L. (2016). Manual Therapy for Tension-type Headache related to Quality of Work Life and Work Presenteeism: secondary analysis of a randomized controlled trial. Complement. Ther. Med. 25, 86–91.

Myers, T.W. (2015). Anatomy Trains: Myofasziale Leitbahnen (für Manual- und Bewegungstherapeuten). Elsevier, Urban & Fischer Verlag / Elsevier GmbH, München.

Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ (Clinical research ed.), 372, n71.

Paulsen, F., Waschke, J. (2017). Sobotta, Atlas der Anatomie Band 3: Kopf, Hals und Neuroanatomie, 24th edition. ed. Urban & Fischer Verlag / Elsevier GmbH, München.

Peck, D., Buxton, D.F., Nitz, A. (1984). A comparison of spindle concentrations in large and small muscles acting in parallel combinations. J. Morphol. 180, 243–252.

Pérez-Martínez, C., Gogorza-Arroitaonandia, K., Heredia-Rizo, A.M., Salas-González, J., Oliva-Pascual-Vaca, Á. (2020). INYBI: A New Tool for Self-Myofascial Release of the Suboccipital Muscles in Patients With Chronic Non-Specific Neck Pain: A Randomized Controlled Trial. Spine 45, E1367.

Pettorossi, V.E., Schieppati, M. (2014). Neck Proprioception Shapes Body Orientation and Perception of Motion. Front. Hum. Neurosci. 8.

Pi, T., Chung, Y. (2021). Immediate Effect of Flexion-Distraction Spinal Manipulation on Intervertebral Height, Pain, and Spine Mobility in Patients with Lumbar Degenerative Disc Disease. Phys. Ther. Rehabil. Sci. 10, 235–243.

Reinhardt, R. (2018). Subokzipitalregion: neurologische und vaskuläre Anatomie und Varianten. Osteopat. Med. 19, 17–20.

Ridder, P. (2019). Craniomandibuläre Dysfunktion: Interdisziplinäre Diagnose- und Behandlungsstrategien, 4th edition. ed. Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH, München.

Rutten, H.P., Szpak, K., van Mameren, H., Ten Holter, J., de Jong, J.C. (1997). Anatomic relation between the rectus capitis posterior minor muscle and the dura mater. Spine 22, 924–926.

Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U. (2018). Prometheus Kopf, Hals und Neuroanatomie: LernAtlas Anatomie, 5. überarbeitete edition. ed. Thieme, Stuttgart New York.

Schwind, J., Learman, K., O'Halloran, B., Showalter, C., Cook, C. (2013). Different minimally important clinical difference (MCID) scores lead to different clinical prediction rules for the Oswestry disability index for the same sample of patients. J. Man. Manip. Ther. 21, 71–78.

Smelt, A.F.H., Assendelft, W.J.J., Terwee, C.B., Ferrari, M.D., Blom, J.W. (2014). What is a clinically relevant change on the HIT-6 questionnaire? An estimation in a primary-care population of migraine patients. Cephalalgia Int. J. Headache 34, 29–36.

Sterne, J.A.C., Savović, J., Page, M.J., Elbers, R.G., Blencowe, N.S., Boutron, I., Cates, C.J., Cheng, H.-Y., Corbett, M.S., Eldridge, S.M., Emberson, J.R., Hernán, M.A., Hopewell, S., Hróbjartsson, A., Junqueira, D.R., Jüni, P., Kirkham, J.J., Lasserson, T., Li, T., McAleenan, A., Reeves, B.C., Shepperd, S., Shrier, I., Stewart, L.A., Tilling, K., White, I.R., Whiting, P.F., Higgins, J.P.T. (2019). RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ 366, l4898.

Stewart, W.F., Lipton, R.B., Dowson, A.J., Sawyer, J. (2001). Development and testing of the Migraine Disability Assessment (MIDAS) Questionnaire to assess headache-related disability. Neurology 56, S20-28.

Still, A.T. (1908). Autobiography of Andrew T. Still: With a History of the Discovery and Development of the Science of Osteopathy. Kirksville, Missouri: Published by the author.

Sun, Z., Li, J., Luo, G., Wang, F., Hu, Y., Fan, C. (2021). What constitutes a clinically important change in Mayo Elbow Performance Index and range of movement after open elbow arthrolysis? Bone Jt. J. 103-B, 366–372.

Thacker, D., Jameson, J., Baker, J., Divine, J., Unfried, A. (2011). Management of upper cross syndrome through the use of active release technique and prescribed exercises. Logan Coll. Chiropr.

Vachhani, R., Sharma, H. (2021). Effectiveness of Suboccipital Muscle Inhibition Technique versus Muscle Energy Technique on Hamstring Muscle Flexibility in College Going Students. Int. J. Res. Rev. 8, 160–174.

Vakhariya, P.M., Panchal, S., & Patel, B.B. (2016). Effects of various therapeutic thechniques in the subjects with short hamstring syndrome. International journal of physiotherapy and research, 4, 1603-1610.

Van Oosterwijck, J., Nijs, J., Meeus, M., Paul, L. (2013). Evidence for central sensitization in chronic whiplash: a systematic literature review. Eur. J. Pain Lond. Engl. 17, 299–312.

Young, B.A., Walker, M.J., Strunce, J.B., Boyles, R.E., Whitman, J.M., Childs, J.D. (2009). Responsiveness of the Neck Disability Index in patients with mechanical neck disorders. Spine J. Off. J. North Am. Spine Soc. 9, 802–808.