

RehaTrain

Zeitschrift für Prävention, Rehabilitation und Trainingstherapie

angelegte Widerstandsbänder während Squats? Was tun bei „Kalkschulter“? S
eine Rückenmuskeldysfunktion bei chronischem LBP eine Rolle? **Welche Übungen machen bei**
patellofemorale Schmerzen Sinn? Beeinflusst High Intensity Training chronische unspezifische
Rückenschmerzen? Welchen Einfluss hat die Ätiologie der Rotatorenmanschettenruptur auf
postoperative Ergebnisse? **Entscheidungsfindung für Rückkehr zum Sport nach**
VKBR! Risikofaktoren von Morbus Osgood-Schlatter! Reicht ein körperliches Training für ein
erfolgreiches Gonarthrose-Management aus? **Richtigen Behandlungsansatz für richtig**
Patientengruppe zur richtigen Zeit! Warum sprechen manche Personen mit Gonarthros
nicht auf Übungen an? Was sind die typischen Verletzungsmuster bei VKB-Rupturen? **Leistun**
beim einbeinigen Aufstehtests als Indikator für Kraft des M. quadriceps! Welche Faktoren, die
zum Wiederverletzungsrisiko beitragen, werden von den Standard-RTS-Tests nicht erfasst
Welches operative Verfahren nach Meniskusrissen? Jugendliche mit patellofemorale

Sonderausgabe

» Evidenz-Update 2023 DIGOTOR GbR

Bei chronischen, nicht-spezifischen
Rückenschmerzen

Evidenzbasierte
Wirksamkeit^{#,1-6}

Medizinische EMS*

zur Stärkung der
Rückenmuskulatur

Von Meinungsbildnern
empfohlen^{##}

Einfache Integration
in den Praxisalltag

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------------------------|---------------|----|
| Editorial | Maike Küstner | 4 |
| Kompodium | Katrin Veit | 6 |
| Gelenke | | 7 |
| Hüftgelenk | | 7 |
| Kniegelenk | | 9 |
| Sprung- und Fußgelenke | | 42 |
| Schultergelenk | | 44 |
| LWS | | 54 |
| Trainingsform | | 64 |
| Kraft | | 64 |
| Ausdauer | | 71 |
| Beweglichkeit | | 72 |
| Koordination | | 73 |
| Körperliche Aktivität | | 77 |
| Pathologien | | 81 |
| Schmerz | | 81 |
| Arthrose | | 82 |
| Schlusswort | | 85 |



Erfahren Sie hier mehr zu
Elektromyostimulation (EMS) unter
www.medizinische-ems.de



Editorial

„Ja, ist denn heute noch Weihnachten?!“

Liebe Leserinnen und Leser,

das könnte man fast meinen, wenn man durch unsere letzte RehaTrain Ausgabe des NOCH aktuellen Jahres 2023 „blättert“.

Katrin Veit hat sich die Mühe gemacht „eine riesengroße Geschenktüte“, voll mit interessanten und praxisrelevanten Studien, zusammenzupacken. Da bleibt schlussendlich, trotz Socken und anderer ungewollter Weihnachtsgeschenke, gewiss kein Wunsch mehr offen!

Also, an die Seiten, fertig, LOS!!!

Euer  - Team wünscht viel Spaß beim schmökern!

**WIR
FINDEN
DEINE
NEUE
STELLE**



WWW.AIDBAIT.DE

- 1 GELENKE
 - 1.1 UNTERE EXTREMITÄT
 - 1.1.1 Hüftgelenk
 - 1.1.1.1 Allgemein
 - 1.1.2 Kniegelenk
 - 1.1.2.1 Allgemein
 - 1.1.2.2 Gonarthrose
 - 1.1.2.3 Knie-TEP
 - 1.1.2.4 Vorderes Kreuzband (VKB)
 - 1.1.2.5 Meniskus
 - 1.1.2.6 Patella
 - 1.1.3 Sprung- und Fußgelenke
 - 1.1.3.1 Achillessehne
 - 1.2 OBERE EXTREMITÄT
 - 1.2.1 Schultergelenk
 - 1.2.1.1 Allgemein
 - 1.2.1.2 Rotatorenmanschette
 - 1.2.1.3 Frozen Shouler
 - 1.3 WIRBELSÄULE
 - 1.3.1 LWS
 - 1.3.1.1 Low Back Pain
 - 1.3.1.2 Chronic Low Back Pain
 - 1.3.1.3 Spinalkanalstenose
- 2 TRAININGSFORM
 - 2.1 KRAFT
 - 2.2 AUSDAUER
 - 2.3 BEWEGLICHKEIT
 - 2.4 KOORDINATION
- 3 KÖRPERLICHE AKTIVITÄT
- 4 PATHOLOGIEEN
 - 4.1 SCHMERZ
 - 4.2 ARTHROSE

- 1.1 Untere Extremität
 - 1.1.1 Hüftgelenk
 - 1.1.1.1 Allgemein

MRT bei lateralen Hüftschmerzen sofort notwendig?

Testcluster aus Palpations- und Abduktionstest gegen Widerstand erstmal ausreichend

Hintergrund

Das Trochanter-Major-Schmerzsyndrom (=Greater Trochanter Pain Syndrome), auch als gluteale Tendinopathie oder Trochanterschleimbeutelentzündung bekannt, betrifft zwischen 10 bis 25% der Bevölkerung. Ein höheres Alter, weibliches Geschlecht, Schmerzen im unteren Rücken und Adipositas erhöhen das Risiko für ein Auftreten. Zudem ist die Differenzialdiagnose bei lateralen Hüftgelenkschmerzen schwierig, da das Schmerzsyndrom mit anderen Erkrankungen wie Koxarthrose oder LWS-Schmerzen und/oder Radikulopathie koexistieren oder diese imitieren kann. Obwohl bildgebende Verfahren, insbesondere die MRT und der Ultraschall, für die Diagnose von Pathologien des Glutealbereichs validiert sind, sind diese Verfahren zeitaufwendig und oft teuer. Zu wissen, welche Tests in der Klinik den größten diagnostischen Wert haben, ist wichtig, aber derzeit nicht ausreichend erforscht. Australische Forscher*innen untersuchten deshalb die Genauigkeit der klinischen Tests, die zur Diagnose des Trochanter-Major-Schmerzsyndroms in der klinischen Praxis verwendet werden.

Methodik

Die Autor*innen führten ein systematisches Review über die Genauigkeit diagnostischer Tests mit Metaanalyse durch und suchten in MEDLINE, EMBASE, CINAHL, AMED und SPORT-Discus nach Literatur. Sie schlossen sechs Studien mit insgesamt 15 Tests und 272 Teilneh-

menden (314 Hüftgelenken) in ihre Analyse ein. Ergebnisse: Die Metaanalyse der sechs Tests ergab ein aufeinander aufbauendes Testcluster, das in der Lage war, die Prä-Post-Test-Wahrscheinlichkeit für oder gegen die Diagnose eines Trochanter-Major-Schmerzsyndroms signifikant zu verändern. Bei Personen, die über Schmerzen im lateralen Hüftbereich berichteten, verringerte ein negativer Palpationstest der Glutealsehne, gefolgt von einem negativen Hüftabduktionstest mit Widerstand, die Wahrscheinlichkeit eines Trochanter-Major-Schmerzsyndroms signifikant von 59% auf 14%. Bei Personen mit einem positiven Palpationstest der Glutealsehne, gefolgt von einem positiven Hüftabduktionstest mit Widerstand, verschob sich die Wahrscheinlichkeit eines Trochanter-Major-Schmerzsyndroms signifikant von 59% auf 96%.

Diskussion

Keiner der anderen Tests, die in die Metaanalyse einbezogen wurden (Trendelenburg-Zeichen, Einbeinstandtest für 30 Sekunden, ARO gegen Widerstand, FABER), beeinflusste die Wahrscheinlichkeit signifikant für oder gegen die Diagnose verlagern. Die nach GRADE bewertete Evidenz reichte von sehr gering bis moderat. Die MRT als Referenztest stellt eine weitere Quelle potenzieller Verzerrungen dar, da ihre Verwendung als Goldstandard bei Tendinopathien umstritten ist. Die auf einer MRT-Aufnahme zu sehenden Veränderungen gelten als schlechter Prädiktor des Trochanter-Major-Schmerzsyndroms, da Anomalien auch bei asymptomatischen Personen im MRT vorhanden sind.

Konklusion

Der Nutzen von MRT-Untersuchungen zur Diagnose des Trochanter-Major-Schmerzsyndroms wird kontrovers diskutiert. Die Autor*innen haben ein einfaches, klinisch nützliches diagnostisches Test-Cluster identifiziert, mit dessen Hilfe das Vorhandensein eines Trochanter-Major-Schmerzsyndroms bei Personen, die über laterale Hüftschmerzen berichten, bestätigt oder

Handbuch und allgemeines Nachschlagewerk unserer Studienzusammenfassungen 2023 über die aktuelle Evidenz in der muskuloskeletalen Rehabilitation.

Datum: 31.12.2023

Herausgeber: DIGOTOR GbR -Fortbildungen für Orthopädische Medizin und Manuelle Therapie

widerlegt werden kann.

Literatur

Kinsella R, Semciw A, Hawke L et al. Diagnostic Accuracy of Clinical Tests for Assessing Greater Trochanteric Pain Syndrome: A Systematic Review With Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2023; 10: 1-46.

Was ist der richtige Ansatz bei nicht-arthrotischen Hüftgelenkschmerzen?

Empfehlung für patientenzentrierte Behandlung, statt Versteifung auf Hüftpathologie

Hintergrund

Hüftgelenkschmerzen aufgrund von Erkrankungen wie dem femoroacetabulären Impingement (FAI), der Dysplasie des Acetabulums und Labrumläsionen können bei jungen Erwachsenen zu Funktionseinschränkungen und frühzeitigen Arthrosen führen. In der Behandlung unterscheidet man die operative von der nicht-operativen Versorgung. Während die Literatur die Wirksamkeit einer OP bei ausgewählten Patient*innen belegt, sind die Auswirkungen einer nicht-operativen Behandlung von hüftbedingten Schmerzen unklar. Zudem sind nicht alle Patient*innen für eine OP geeignet und/oder sie wünschen keine OP. Obwohl Physiotherapie, Aktivitätsmodifikation, nichtsteroidale entzündungshemmende Medikamente und intraartikuläre Hüftinjektionen häufig empfohlen werden, besteht noch immer keine Übereinstimmung über die wesentlichen Bestandteile der konservativen Behandlung. Das Ziel der Wissenschaftler*innen war es deshalb, die spezifische Wirkung verschiedener Elemente der Physiotherapie und weiterer konservativer Behandlungsoptionen zusammenzufassen.

Methodik

Die Autor*innen schlossen RCTs und prospektive Kohortenstudien in ihr systematisches Review mit Metaanalyse ein, die ein nicht-operatives Behandlungsprotokoll mit einer anderen Behandlung für Personen mit FAI, Dysplasie, Labrumläsion und/oder nicht-spezifizierten Hüftschmerzen verglichen. 26 Studien mit insgesamt 1.153 Teilnehmenden kamen für eine qualitative Synthese in Frage und 16 wurden in die Metaanalyse aufgenommen.

Ergebnisse

Mit moderater Sicherheit lag die Ansprechrage auf eine nichtoperative Behandlung bei 54 %. Die durchschnittliche Verbesserung nach einer physiotherapeutischen Behandlung betrug 11,3 Punkte auf einer 100-Punkte-Skala zu Hüftsymptomen und 22,2 Punkte auf einer 100-Punkte-Skala der Schmerzintensität. Es wurde kein definitiver spezifischer Effekt hinsichtlich Therapiedauer oder -ansatz (d. h. Beweglichkeitsübungen, Training von Bewegungsmustern und/oder Mobilisierung) beobachtet. Mit sehr geringer bis geringer Sicherheit wurde eine Viskosupplementation, eine Kortikosteroidinjektion und eine stützende Bandage befürwortet.

Diskussion

Die Aussagekraft und Übertragbarkeit ist durch die Quantität, Qualität und Heterogenität der vorhandenen Evidenz begrenzt. Es zeigen sich bestehende Wissenslücken in Bezug auf die optimale nicht-operative Behandlung. Da es keine eindeutige Überlegenheit einer bestimmten

physiotherapeutischen Behandlungskomponente gibt, plädieren die Forschenden für einen Ansatz der patientenzentrierten Medizin, bei dem Kliniker*innen die richtige Behandlung bzw. eine Kombination von Behandlungen für einen bestimmten Patienten bzw. für eine bestimmte Patientin ermitteln, anstatt sich ausschließlich darauf zu konzentrieren, die richtige Behandlung für eine bestimmte Hüfterkrankung zu finden.

Konklusion

Mehr als die Hälfte der Personen mit nicht-arthrotischen Hüftschmerzen berichteten über ein zufriedenstellendes Ansprechen auf eine nicht-operative Behandlung. Die wesentlichen Bestandteile bleiben jedoch nach wie vor un-

1.1.2 Kniegelenk 1.1.2.1 Allgemein

Welchen Nutzen haben am Knie angelegte Widerstandsbänder während Squats?

Vorteile hinsichtlich Kinematik der X-Beinachse fragwürdig

Hintergrund

Bei körperlichen Aktivitäten, die ein Kniebeuge-Element beinhalten, wie z. B. Langhantel-Kniebeuge, Kreuzheben oder Ausfallschritte sollte das Knie nach gängiger Meinung mit Hüfte, Knöchel und Fuß in einer Linie bleiben. Der mediale Kniekollaps oder Knievalgus gilt seit jeher als einer der häufigsten „Bewegungsfehler“ bei Squat-ähnlichen Übungen. Es gibt einige Belege dafür, dass ein größerer Knievalgus das Risiko einer Kniegelenksverletzung, insbesondere einer VKB-Ruptur erhöht. Aufgrund dieses Risikos sind Gesundheitsdienstleistende

klar. Möglicherweise ist die Identifizierung von Subgruppen mit bestimmten knöchernen Morphologie- und Bewegungsmustern, die am besten auf bestimmte Formen der Physiotherapie ansprechen, sinnvoll.

Literatur

Probst DT, Sookochoff MF, Harris-Hayes M et al. What is the Rate of Response to Nonoperative Treatment for Hip-Related Pain? A Systematic Review With Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2023; 0 (5): 1-21.

motiviert, wirksame Möglichkeiten zur Korrektur dieses Bewegungsmusters zu finden: zum Beispiel über die Verwendung eines elastischen Bandes, das um die distalen Oberschenkel angelegt wird. Eine Reihe von Untersuchungen hat widersprüchliche Ergebnisse über den Nutzen von elastischen Bändern während des Squat-Trainings ermittelt. Einerseits sind um die Oberschenkel gewickelte elastische Bänder in der Fitnessgemeinschaft wegen ihrer vermeintlichen Vorteile immer beliebter geworden, andererseits mangelt es an wissenschaftlichen Erkenntnissen, die klare und vielversprechende Ergebnisse zeigen.

Methodik

Die Autoren fassten die aktuelle Literatur zusammen, die die Muskelaktivität und Kinematik der unteren Extremität bei Bewegungen während einem Squat mit oder ohne elastischem Widerstandsband untersuchte. Sie analysierten neun Originalstudien in ihrem narrativen Review.

Ergebnisse

Die Verwendung von elastischen Bändern bei

der Ausführung von Squat-ähnlichen Bewegungen kann die Aktivität der Außenrotatoren des Hüftgelenks verbessern, was für Personen, die aufgrund einer unzureichenden Außenrotation einen medialen Kniekollaps aufweisen, von Vorteil sein könnte. Im Laufe der Zeit könnte die langfristige Verwendung von Gummibändern diese Muskulatur stärken und/oder zu dauerhaften neuromuskulären Anpassungen führen, die eine verbesserte Knieausrichtung zur Folge hätten. Dies ist jedoch derzeit nur spekulativ. Hinsichtlich der Kinematik haben die elastischen Gummibänder keinen Nutzen und reduzieren auch nicht kurzfristig den Knievalgus. Die Bänder haben entweder keine Wirkung (Bänder mit geringem Widerstand) auf die Beinachse oder sie verstärken sogar den Knievalgus (Bänder mit hohem Widerstand).

Diskussion

Die eingeschlossenen Studien wurden hauptsächlich an sportlich aktiven Personen, die regelmäßig trainierten, durchgeführt; nur eine Studie schloss auch unerfahrene Personen ein. Außerdem wurden die Parameter nur während einer Trainingseinheit gemessen. Um die Ver-

KOOS-Child auf Deutsch adaptiert

Reliable Messinstrument für Kinder und Jugendliche mit Knieerkrankungen

Hintergrund

Knieschmerzen sind im Jugendalter weit verbreitet. Um die Bedürfnisse von Patient*innen mit Kniebeschwerden zu messen, z. B. in Bezug auf Symptome, Ansprechen auf die Behandlung, Auswirkungen auf die Funktion und was ihnen und ihren Familien wichtig ist, verwen-

wendung von elastischen Bändern realistisch beurteilen zu können, sollten Forscher Längsschnittuntersuchungen in Betracht ziehen, bei denen Teilnehmende mit bestehendem medialem Kniekollaps das elastische Widerstandsband regelmäßig über mehrere Einheiten und Wochen hinweg einsetzen.

Konklusion

Zusammengenommen deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Verwendung eines elastischen Bandes die Muskelaktivität der Außenrotatoren bei der Ausführung von Kniebeugen zwar erhöht, aber den Knievalgus nicht unmittelbar verringert. Tatsächlich hat es entweder keine Wirkung oder verstärkt sogar minimal die Valgusposition.

Literatur

Forman DA, Alizadeh S, Button DC et al. The Use of Elastic Resistance Bands to Reduce Dynamic Knee Valgus in Squat-Based Movements: A Narrative Review. *Int J Sports Phys Ther* 2023; 18 (5): 1206-1217.

det man Patient-Reported Outcome Measures (PROMs). In Kombination mit evidenzbasiertem Wissen helfen PROMs, die medizinische Versorgung besser auf die Bedürfnisse der Patient*innen abzustimmen, wobei diese dabei aktiv in den Behandlungsprozess einbezogen werden. Der Knee Injury Osteoarthritis Outcome Score Child (KOOS-Child) ist ein selbst auszufüllender, valider und reliabler Fragebogen für Kinder und Jugendliche mit Kniepathologien wie Morbus Osgood Schlatter, anterioren Knieschmerzen und Patellaluxationen. Ziel der Studie war es deshalb, die deutsche Version des KOOS-Kinderfragebogens interkulturell zu adaptieren und die Reliabilität (Zuverlässigkeit) in zwei Gruppen

von Kindern zu testen, von denen eine konservativ und die andere chirurgisch behandelt wurde.

Methodik

Es wurde eine Vorwärts-Rückwärts-Übersetzung des Originalfragebogens in die deutsche Sprache durchgeführt. Der KOOS-Kinderfragebogen besteht aus fünf Teilbereichen mit insgesamt 39 Fragen. Die Forschenden aus der Schweiz schlossen Kinder und Jugendliche im Alter von 10 bis 18 Jahren mit Kniegelenksbeschwerden ein. Sie verglichen zwei Gruppen miteinander: Die erste Gruppe bestand aus 24 Kindern mit Knieschmerzen (20,8% männlich; Durchschnittsalter = 13,4 Jahre), die konservativ behandelt wurden. Sie füllten den KOOS-Child-Fragebogen zweimal innerhalb von zwei Wochen aus, um die Test-Retest-Reliabilität zu ermitteln. Die zweite Gruppe umfasste 23 Kinder (21,7% männlich; Durchschnittsalter = 15,3 Jahre), die wegen einer Kniegelenkserkrankung operativ behandelt wurden. Sie füllten den Fragebogen vor der Operation und sechs Monate postoperativ aus.

Ergebnisse

Alle Subskalen zeigten zu beiden Messzeitpunkten in beiden Gruppen eine gute bis ausgezeichnete interne Konsistenz (konservativ behandelte Gruppe: $\alpha = 0,88-0,95$; chirurgische Gruppe $\alpha = 0,80-0,91$), mit Ausnahme der Subskala Knieprobleme (konservativ behandelt: $\alpha = 0,60$ und $0,52$; chirurgisch: $\alpha = 0,77$ und $0,66$). Die Test-Retest-Reliabilität lag zwischen $0,85$ und $0,94$.

Diskussion

Aufgrund des Fehlens von vergleichbaren Messinstrumenten und eines Goldstandards konnte der Fragebogen nicht auf seine Validität geprüft werden. Weitere Einschränkungen sind die kleine Stichprobengröße, der hohe Anteil von Kindern mit anterioren Knieschmerzen (37,5%) und ein ungleiches Geschlechterverhältnis. Die

Subskala "Knieprobleme" weist zudem eine geringe interne Konsistenz auf: Da die Kinder unterschiedliche Kniepathologien hatten, könnten die Fragen der Subskala "Knieprobleme" unterschiedlich interpretiert worden sein. Außerdem haben die Kinder die Fragen S4 und S5 möglicherweise falsch gelesen (die Antwortskala dieser beiden Fragen ist umgekehrt im Vergleich zu den anderen Fragen dieser Subskala).

Konklusion

Die überwiegend gute bis exzellente interne Konsistenz und die hohe Test-Retest-Reliabilität rechtfertigen den Einsatz der deutschen Adaptation des KOOS-Kinderfragebogens als zuverlässiges multidimensionales Tool zur Messung des Gesundheitsstatus und der Therapieeffekte bei Kniegelenkserkrankungen von Jugendlichen.

Literatur

Neuhaus C, Camathias C, Mumme M et al. The German version of the KOOS-Child questionnaire (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score for children) shows a good to excellent internal consistency and a high test-retest reliability in children with knee problems. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2023; 31 (4): 1354-1360.

Risikofaktoren von Morbus Osgood-Schlatter

Entwicklungsstadium und geringe Beweglichkeit der Mm. quadriceps und gastrocnemius als Prädiktoren

Hintergrund

Beim Morbus Osgood-Schlatter handelt es sich um eine Apophysitis der Tuberositas tibiae während der Wachstumsphase, die dort durch wiederholte Belastung des Kniestreckers verursacht wird. Die Inzidenz von Morbus Osgood-Schlatter bei Jungs im Alter von 10-15 Jahren beträgt etwa 10-20% und ist besonders hoch bei Sportlern mit Sprung-, Kick- und Laufbewegungen. Bei Fußballspielern entwickelt sich Morbus Osgood-Schlatter eher am Standbein, da der M. quadriceps femoris während der Schussbewegung am Standbein stärker aktiviert wird. In vielen Studien wurde bereits über die hohe Prävalenz während des Alters der „Peak Height Velocity“ (PHV) berichtet. Das PHV-Alter kann anhand des individuellen Größenwachstums vorhergesagt werden und gibt den Zeitraum des stärksten Größenwachstums im Jahr an. Da der Wachstumshöhepunkt der Muskel- und Knochenmasse auch mit dem PHV-Alter zusammenhängt, können signifikante Veränderungen der muskuloskelettalen Strukturen während des Wachstumsschubs mit dem Auftreten einhergehen. Forscher*innen aus Japan untersuchten deshalb prädiktive Risikofaktoren des Morbus Osgood-Schlatter am Standbein bei jugendlichen Fußballspielern.

Methodik

Die Autor*innen schlossen 302 japanische jugendliche männliche Fußballspieler im Alter von 12-13 Jahren über einen Zeitraum von sechs Monaten in ihre Studie ein. Bei allen Spielern wurden eine körperliche Untersuchung, ein Ultraschall der Tuberositas tibiae, anthropometrische Messungen, die Körperzusammenset-

zung sowie ein Muskelbeweglichkeitstest des Standbeins zu Beginn der Studie durchgeführt. Morbus Osgood-Schlatter wurde sechs Monate später diagnostiziert und daraufhin die Spieler in eine Krankheits- (n=43) und Kontrollgruppe (n=166) aufgeteilt. 42 Spieler hatten bereits zu Studienbeginn einen Morbus Osgood-Schlatter und wurden deshalb direkt ausgeschlossen. Die Beweglichkeit des M. quadriceps maßen die Wissenschaftler mit einem Goniometer: der Sportler befand sich in Bauchlage und der Bewegungsspielraum in die Knieflexion wurde bewertet.

Ergebnisse

Die prädiktiven Risikofaktoren für die Entwicklung eines Morbus Osgood-Schlatter waren das PHV-Alter \pm 6 Monate bei Studienbeginn, das apophysäre Entwicklungsstadium der Tuberositas tibiae bei Studienbeginn, die Dehnfähigkeit des M. quadriceps $\geq 35^\circ$ bei Studienbeginn und ein Rückgang der Dehnfähigkeit des M. gastrocnemius innerhalb der sechs Monate. Diskussion: Die Muskelmasse bestimmten die Autor*innen mittels Dual-Röntgen-Absorptiometrie (DXA), jedoch wurde die Muskelkraft nicht gemessen. Der Beobachtungszeitraum betrug nur sechs Monate: Um die Entwicklung von Überlastungsverletzungen im Jugendalter zu verstehen, ist es notwendig, das Wachstum von Anfang bis zum Ende zu verfolgen. Zudem wurde die Trainingsintensität nicht berücksichtigt. Trainer*innen sollten mit der Trainings- und Spielbelastung der Fußballer im PHV-Alter vorsichtig umgehen.

Konklusion

Es ist wichtig, das PHV-Alter eines jeden Spielers zu kennen, und nicht nur die Dehnfähigkeit des M. quadriceps, sondern auch die des M. gastrocnemius zu erfassen und im Verlauf zu dokumentieren, um Morbus Osgood-Schlatter prognostizieren zu können.

Literatur

Takei S, Torii S, Taketomi S et al. Developmental stage and lower quadriceps flexibilities and decreased gastrocnemius flexibilities are predictive risk factors for developing Osgood-Schlatter disease in adolescent male soccer players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2023; 31 (8): 3330-3338

1.1.2.2 Gonarthrose

Reicht ein körperliches Training für ein erfolgreiches Gonarthrose-Management aus?

Strukturierte Lebensstilmodifikationen ergänzend zum traditionellen Trainingsprogramm sinnvoll

Hintergrund

Menschen mit Gonarthrose leiden häufig unter Schmerzen und Behinderungen, die zu Funktionseinschränkungen und einer schlechteren Lebensqualität führen. Leitlinien für die Behandlung von Gonarthrose empfehlen körperliche Betätigung. In letzter Zeit gibt es jedoch Hinweise darauf, dass die Einbeziehung zusätzlicher Änderungen des Lebensstils und Mind-Body-Übungen in ein herkömmliches Trainingsprogramm einen größeren Nutzen bringen kann, als körperliche Betätigung allein. Zu den Empfehlungen für Lebensstiländerungen, die über das klassische Training hinausgehen, gehören Edukation über die Erkrankung, Selbsthilfe- und Schmerzbewältigungsstrategien, Diät- und Abnehmprogramme, Tai Chi, Yoga sowie Workshops zur Zielsetzung, Motivation und Lebensstilberatung.

Methodik

Forscher*innen aus Australien untersuchten deshalb in einem systematischen Review mit Metaanalyse den Einfluss von Lebensstiländerungen zusätzlich zu einem traditionellen Trainingsprogramm im Hinblick auf funktionelle Ergebnisse und Lebensqualität bei Personen mit Gonarthrose. Sie durchsuchten vier Datenbanken nach Literatur und schlossen 16 RCTs in die qualitative und sieben in die quantitative Analyse ein. Die methodische Qualität der Studien bewerteten sie mittels PEDro-Skala, die Sicherheit der Evidenz mittels GRADE.

Ergebnisse

Die Einbeziehung von Lebensstiländerungen in ein Übungsprogramm verringerte die Schmerzintensität, verbesserte die Gelenksteifigkeit und steigerte die körperliche Funktion nach sechs Monaten. Davon erwiesen sich Beratung und Edukation, bestehend aus Kontrolle der Therapietreue, Schmerz- und Krankheits- und Selbstmanagement-Strategien als die wirksamsten Mittel zur Schmerzreduzierung und Funktionsverbesserung. Individuelle Ergebnisse zeigten zusätzlich eine höhere Lebensqualität, was jedoch in der Metaanalyse nicht nachgewiesen werden konnte.

Diskussion

Die Heterogenität der eingeschlossenen Studien, die auf unterschiedliche Interventionsdesigns zurückzuführen ist, beschränkte die quantitative Ergebnisanalyse auf sieben in Frage kommende Studien. Zudem wurde in den meisten Studien, die Lebensstiländerung nur in Form von körperlichen Vorteilen gemessen und nur einige wenige Studien berichteten über psychologische Faktoren. Daher könnte der Nutzen einer Lebensstiländerung für die psychische Gesundheit unterschätzt worden sein.

Konklusion

Personen mit Gonarthrose profitieren von der

Warum sprechen manche Personen mit Gonarthrose nicht auf Übungen an?

Barrieren für die Adhärenz eines Trainingsprogramms

Hintergrund

Weltweit leiden mehr als 260 Millionen Menschen an Gonarthrose. In klinischen Leitlinien werden nicht-medikamentöse, nicht-operative Strategien empfohlen, die sich auf das Selbstmanagement konzentrieren. Bewegung und körperliche Aktivität gehören zur Standardbehandlung bei Arthrose und die Kräftigung der Muskulatur ist ein wichtiger Bestandteil. Obwohl Metaanalysen zeigen, dass Aktivität zu einer moderaten Schmerz- und Funktionsverbesserung führt, ist inzwischen bekannt, dass nicht alle Patient*innen auf Bewegung ansprechen.

Methodik

Australische Forschende verglichen deshalb in

Einbeziehung zusätzlicher Lebensstiländerungen in ein herkömmliches Trainingsprogramm. Schmerzintensität, Gelenksteifigkeit und körperliche Funktion veränderten sich zum Positiven.

Literatur

Sattler L, Kan A, Hing W et al. The addition of structured lifestyle modifications to a traditional exercise program for the management of patients with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis of randomised trials. *Musculoskelet Sci Pract* 2023; 68: 102858.

einer qualitativen Studie im Rahmen eines RCT die Daten von 26 Personen mit Gonarthrose. Sie führten semistrukturierte Einzelinterviews durch. Die Befragten wurden je nach Reaktion in „Responder“ oder „Non-Responder“ auf der Basis von Veränderungen sowohl hinsichtlich Schmerz als auch körperlicher Funktion drei und neun Monate nach dem Ausgangswert eingeteilt. Das Programm umfasste fünf individuelle Physiotherapiekonsultationen über einen Zeitraum von drei Monaten -persönlich oder per Videokonferenz. Physiotherapeut*innen verordneten ein individuelles Kräftigungsprogramm mit Widerstandsbändern, 5-6 Übungen für zu Hause 3 x / Woche und passten es regelmäßig an. Darüber hinaus erhielten die Teilnehmenden Aktivitäts-Tracker und führten ein Tage- und Protokollbuch. In allen Einheiten wurden die Teilnehmenden über Arthrose und deren Behandlung aufgeklärt, ergänzt durch eine Informationsbroschüre.

Ergebnisse

Zu den Themen, die im Interview auftauchten und die sowohl Responder als auch Non-Responder gemeinsam hatten, gehörten:

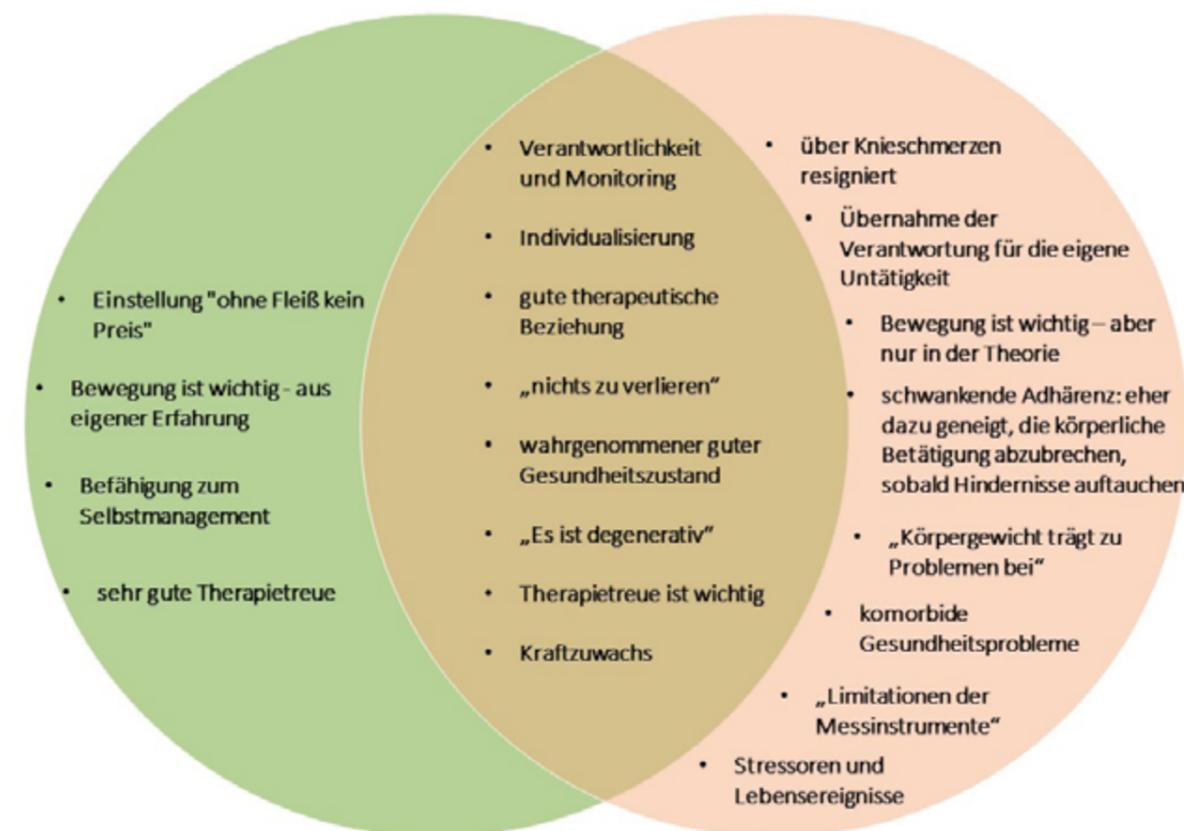


Abbildung 1: Schaubild Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen „Respondern“ und „Non-Respondern“ übersetzt aus Hinman et al. 2023. grün: Responder, rot: Non-Responder, grün-rot: Responder & Non-Responder

- Maßnahmen, die das persönliche Commitment erleichterten
- persönliche Überzeugungen und Erwartungen
- Glaubenssätze über Arthrose und über die Rolle des Trainings
- die Bedeutung der Adhärenz und der wahrgenommene Kraftzuwachs durch das Training

Im Gegensatz zu den Respondern, die sich befähigt fühlten, ihr Leben selbst in die Hand zu nehmen, akzeptieren die Non-Responder ihre

eigene Verantwortung für die mangelnde Verbesserung von Schmerz und Funktion durch Bewegung und räumten ein, dass ihre Adhärenz gegenüber der Intervention suboptimal war (was durch quantitative Adhärenzdaten bestätigt wurde). Non-Responder waren der Meinung, dass ihr übermäßiges Körpergewicht (bestätigt durch quantitative Daten) zu ihren Ergebnissen beitrug; sie stießen auf „Barrieren“ bei der Sportausübung (Begleiterkrankungen, Stressfaktoren und Lebensereignisse) und waren der Ansicht, dass die Messinstrumente der Studie ihre Auswirkungen auf den Sport nicht angemessen erfasst hatten (siehe Abbildung 1).

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass bei Personen mit Gonarthrose ein komplexes und zusammenhängendes Spektrum von Faktoren dazu beiträgt, dass sie auf eine Bewegungs- und Aktivitätsintervention ansprechen oder eben nicht. Die Stichprobengröße der Studie war klein, sodass die Übertragbarkeit auf die Gesamtpopulation eingeschränkt ist.

Konklusion

Responder und Non-Responder hatten teilweise ähnliche Ansichten über Bewegung. Neben den wahrgenommenen Einschränkungen bei

Kurz- und langfristiges Training bei Gonarthrose

Hinweise auf lokale und systemische entzündungshemmende Effekte

Hintergrund

Arthrose ist eine multifaktorielle chronische degenerative Erkrankung, die das gesamte Gelenk betrifft. Sie ist hauptsächlich durch Degeneration des Gelenkknorpels, Synovitis und Veränderungen der periartikulären Strukturen und des subchondralen Knochens gekennzeichnet. Bei der Pathogenese der Gonarthrose spielen Entzündungsmediatoren eine wichtige Rolle. Der genaue zugrunde liegende Mechanismus, den eine regelmäßige Trainingstherapie auf das Immunsystem von diesen Patient*innen haben könnte, ist jedoch unbekannt. Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit war es deshalb, sowohl die kurzfristigen als auch die grundlegenden Auswirkungen einer Trainingstherapie auf entzündliche Biomarker und den Wachstumsfaktor des Gehirns (Brain-Derived

der Messung der Studienergebnisse hatten die Non-Responder jedoch Probleme mit Übergewicht, Komorbiditäten, Stressfaktoren und Lebensereignissen, die zu einer suboptimalen Adhärenz führten und insgesamt als Ursache für die „Non-Response“, also das „Nicht-Ansprechen auf die Therapie“ angesehen wurden

Literatur

Hinman RS, Jones SE, Nelligan RK et al. Absence of improvement with exercise in some patients with knee osteoarthritis: A qualitative study of responders and nonresponders. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2023; 75 (9): 1925-1938.

Neurotrophic Factor =BDNF) bei Personen mit Gonarthrose zu untersuchen.

Methodik

Die Autor*innen durchsuchten systematisch die Datenbanken PubMed, Web of Science und PEDro nach geeigneten Studien. Das Review mit Metaanalyse führten sie anhand der PRISMA-Leitlinien durch und das Risiko einer Verzerrung bewerteten sie mit Hilfe eines Cochrane-Tools. In die Datenanalyse bezogen die Forschenden 21 Studien mit insgesamt 1374 Teilnehmenden ein. 15 Artikel befassten sich mit grundlegenden Effekten des Trainings, vier mit kurzfristigen Effekten und zwei mit beidem.

Ergebnisse

Die Metaanalyse zeigte, dass der grundlegende CRP-Wert (Entzündungsparameter) bei Personen mit Gonarthrose 6-18 Wochen nach der Trainingstherapie zurückging, während sich die IL-6- (Regulation der Entzündungsreaktionen) und TNF-a-Werte (an Entzündungsreaktionen beteiligt) nicht signifikant veränderten. Für an-

dere Biomarker lagen nicht genügend Daten vor, um eine Meta-Analyse durchzuführen. Dennoch wurde eine schwache Evidenz für einen Rückgang von IL-6, einen Anstieg von sTNFR1, einen Rückgang von sTNFR2 und einen Anstieg von BDNF gefunden. Auf lokaler Ebene stieg das intraartikuläre IL-10 (antiinflammatorische und immunsuppressive Eigenschaften) an, und IL1 β (proinflammatorisch) und TNF-a nahmen nach der Trainingstherapie ab. Eine Trainingseinheit löste kurzfristig eine Myokinantwort und einen Anstieg des BDNF aus. Es wurde keine kurzfristige entzündliche Wirkung nach einer Trainingseinheit festgestellt. Eine einzelne Trainingseinheit löste jedoch einen Rückgang des intraartikulären IL-10 aus.

Diskussion

Aufgrund unterschiedlich beschriebener Zytokine in den jeweiligen Studien, war es nicht möglich, eine Metaanalyse für jeden untersuchten Biomarker durchzuführen. Zudem wurde auch der Schlaf nicht als potenzieller Einflussfaktor in den Studien berücksichtigt. Tatsächlich ist Insomnie (Schlafstörung) eine schwerwiegende und sehr häufige Komorbidität bei Personen mit Gonarthrose. Insomnie spielt eine dysregulie-

1.1.1.1 Knie-TEP

Postoperativer Hauttemperaturanstieg nach Knie-TEP?

0,6°C mehr nach einem Jahr deutet im Seitenvergleich auf einen komplikationslosen Verlauf hin

Hintergrund

Bei Personen nach Knie-TEP-OPs steigt die Hauttemperatur im anterioren Bereich des Kniegelenks vorübergehend an. Mit fortschreitender

rende Rolle bei Entzündungsprozessen, mit einem einhergehenden Anstieg von Markern für systemische Entzündungen, und sollte berücksichtigt werden.

Konklusion

Trainingstherapie kann bei Personen mit Gonarthrose systemische und intraartikuläre entzündungshemmende Wirkungen hervorrufen. Allerdings schien dieser Effekt bei trainierten Personen stärker ausgeprägt zu sein als bei untrainierten. Diese entzündungshemmenden Eigenschaften sind von enormer Bedeutung und sowohl Patient*innen als auch Gesundheitsdienstleistende sollten über diese der Trainingstherapie zugrunde liegenden Effekte informiert sein.

Literatur

Puts S, Liberman K, Leysen L et al. Exercise-induced effects on inflammatory markers and brain-derived neurotrophic factor in patients with knee osteoarthritis. A systematic review with meta-analysis. *Exerc Immunol Rev* 2023; 29: 22-53.

Regeneration reduziert sich diese wieder - außer bei systemischen oder lokalen Protheseninfektionen. Eine Infektion des Prothesengelenks tritt bei bis zu 2% der primären Endoprothesen auf und führt zu einer erheblichen Morbidität, die häufig komplexe, multidisziplinäre Maßnahmen erfordert. Dennoch gibt es bisher keine einheitlichen Kriterien für die Diagnose einer TEP-assoziierten Infektion. Ziel der Forscher*innen aus Israel war es deshalb, die Veränderungen der Hauttemperatur im Kniegelenk nach einer Knie-TEP-OP bei Personen mit komplikationslosem Heilungsverlauf zu quantifizieren, um die Nützlichkeit der Infrarot-Thermografie für die Diagnose von Protheseninfektionen beurteilen zu können.

Methodik

Die Autor*innen führten die Metaanalyse gemäß den PRISMA-Richtlinien durch. Sie durchsuchten PubMed und Embase nach passenden Studien. Das primäre Ergebnis war die Differenz der Hauttemperatur zwischen den operierten und den nicht operierten Kniegelenken zu bestimmten Zeitpunkten: sowohl präoperativ als auch postoperativ ein Tag, ein, zwei und 4-6 Wochen, 3-4 Monate, 6 Monate und ein Jahr nach dem Eingriff. In ihre Analyse schlossen die Wissenschaftler*innen 318 Personen aus 10 Studien ein. Die Hauttemperatur kann mit Infrarot-Thermometern oder Wärmebildkameras gemessen werden.

Ergebnisse

Die Erhöhung der Hauttemperatur war in den ersten 2 Wochen am größten (Differenz der Hauttemperatur: 2,8°C) und blieb auch nach 4-6 Wochen höher als vor dem Eingriff. Diese erhöhte Hauttemperatur ist postoperativ aufgrund der akuten physiologisch ablaufenden Entzündung, die mit chirurgischen Eingriffen einhergeht, zu erwarten und physiologisch. Nach 3 Monaten betrug die Differenz der Hauttemperatur 1,4°C. Nach 6 bzw. 12 Monaten sank sie auf 0,9°C bzw. 0,6°C. Nach 6 Monaten waren immer noch klinisch signifikante Unterschiede im Seitenvergleich in der Hauttemperatur ($\geq 0,5^\circ\text{C}$) vorhanden, die auch ein Jahr postoperativ noch anhielten. Dies könnte auf die fortschreiten-

Welchen Einfluss hat die Muskularchitektur auf die Gelenkbelastung nach Knie-TEP?

Fettinfiltration der periartikulären Muskeln erhöht tibiofemorale Kontaktkräfte während des Gehens

de Heilung mit Veränderungen des Blutflusses und/oder der Hautmikrovaskularisation im Operationsgebiet zurückzuführen sein. Personen mit einer Differenz von $> 1,5^\circ\text{C}$ nach einem Jahr weisen möglicherweise ein erhöhtes Risiko für Protheseninfektionen auf.

Diskussion

Bei der Infrarot-Thermografie gilt es die Raumtemperatur und die Akklimatisierungszeit zu beachten. Die optimale Hautakklimatisierungszeit für Ganzkörperthermogramme wurde mit 10 Minuten ermittelt, für die untere Extremität ist sie jedoch kürzer. Die Wissenschaftler*innen gehen davon aus, dass fünf Minuten ausreichen, um einen Unterschied von 1°C oder mehr zwischen den Kniegelenken festzustellen. Konklusion: In den ersten zwei Wochen postoperativ ist ein deutlicher Anstieg der Hauttemperatur im Seitenvergleich zu beobachten, der sich bis zum sechsten Monat allmählich verringert und im ersten postoperativen Jahr, wenn die klinische Rehabilitation als zufriedenstellend und komplikationslos angesehen wird, nahezu die Werte von vor der Operation erreicht.

Literatur

Gavish L, Kandel L, Rivkin G et al. Natural history of changes in knee skin temperature following total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2023; 13 (1): 6810.

Hintergrund

Die Implantierung einer Knie-Totalendoprothese ist eine Behandlungsoption bei hochgradiger Gonarthrose, die zunehmend bei jüngeren, aktiveren Patient*innen eingesetzt wird. Da sich postoperative muskuläre Beeinträchtigungen negativ auf das Operationsergebnis und die Langlebigkeit des Implantats auswirken kön-

nen, gewinnt die Muskelfunktion zunehmend an Bedeutung, um den zukünftigen Erwartungen der Patient*innen gerecht zu werden. Ziel der Forschenden der Berliner Charité-Klinik war es deshalb, den Zustand der periartikulären Muskulatur in der langfristigen Nachbeobachtung nach Knie-TEP zu bewerten und ihren Einfluss auf die in-vivo-Belastung des tibiofemorales Gelenks zu untersuchen.

Methodik

Die Wissenschaftler*innen führten eine Fallserie mit acht Personen mit Gonarthrose durch. Alle Teilnehmende erhielten eine instrumentierte Knie-TEP implantiert. Die prä- und postoperativ aufgenommenen Computertomographien dienten zur Beurteilung des distalen Muskelvolumens und der Fettinfiltration. Die In-vivo-Belastung des Tibiofemoralgelenks wurde beim Stehen, Gehen, Treppensteigen und Aufstehen telemetrisch gemessen und mit dem Muskelzustand analysiert.

Ergebnisse

Postoperativ stellten die Forschenden eine Verringerung der Fettinfiltration in allen periartikulären Muskeln fest. Im Tibiofemoralgelenk traten hohe durchschnittliche Spitzenbelastungen auf, die von 264 % bei Aktivitäten im Stehen und Sitzen bis zu 341 % des Körpergewichts beim Treppensteigen reichten. Die Fettinfiltration des M. quadriceps femoris und der Hamstrings korrelierte mit erhöhten Kontaktkräften im Tibiofemoralgelenk beim Gehen.

Diskussion

Die beobachtenden Zusammenhänge zwischen der Fettinfiltration und den erhöhten Kontaktkräften lassen sich mechanisch erklären: Wenn ein Muskel degeneriert ist, muss eine höhere Muskelaktivierung einsetzen, um die gleiche Aktivität mit der gleichen Gelenkinematik durchzuführen. Dies kann eine zusätzliche Aktivierung alternativer Muskeln herbeiführen, deren Hebel-

arme im Verhältnis zum Gelenkzentrum weniger vorteilhaft sind. Folglich kann sich die resultierende Gelenkkontaktkraft erhöhen. Eine Limitation der Studie stellt die kleine Probandenzahl dar, was die Aussagekraft einschränkt. Des Weiteren erfolgte nur die Analyse der distalen muskulären Anteile der Oberschenkelmuskulatur -eine erweiterte Analyse, die die gesamte Oberschenkelmuskelregion umfasst, könnte weitere Einblicke in postoperative Veränderungen des Muskelstatus liefern.

Konklusion

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Fettinfiltration der periartikulären Muskeln zu erhöhten tibiofemorales Gelenkkontaktkräften führen kann; jedoch mit nur schwachen Korrelationen. Eine verbesserte funktionelle Mobilität und die Wiederherstellung eines schmerzfreien Gelenks erklären wahrscheinlich die beobachtete postoperative Verringerung der Fettinfiltration. Rehabilitationsansätze, die auf verbleibende Beeinträchtigungen der Muskelqualität abzielen, könnten zu einer geringeren Belastung des Tibiofemoralgelenks und zu verbesserten Langzeitergebnissen nach Knie-TEP beitragen.

Literatur

Winkler T, Bell L, Bender A et al. Periarticular muscle status affects in vivo tibio-femoral joint loads after total knee arthroplasty. *Front Bioeng Biotechnol* 2023; 11: 1075357.

1.1.1.2 Vorderes Kreuzband (VKB)

Was sind die typischen Verletzungsmuster bei VKB-Rupturen?

Steife Landung, fehlende Rumpfstabilität und eine dynamische Valgusposition als Risikofaktoren

Hintergrund

Verletzungen des vorderen Kreuzbands (VKB) sind die häufigste Bandverletzung des Kniegelenks. Sie können sowohl durch Gegnerkontakt als auch ohne Fremdeinwirkung entstehen, wobei erstere häufiger bei Männern und letztere häufiger bei Frauen auftreten. Abbremsende, schneidende („cutting“) und rotierende Bewegungsabläufe, insbesondere bei der Landung, sind die häufigsten Ursachen für eine VKB-Ruptur. Die in vielen Fällen eingesetzte operative Versorgung weist jedoch eine relativ hohe Re-Rupturrate auf, was zu einer erheblichen psychischen Belastung für die Betroffenen und langen Rehabilitationszeiten führt. In vielen Studien wurde versucht, Risikofaktoren für eine VKB-Ruptur zu ermitteln, darunter hormonelle, biomechanische sowie sport- und geschlechtsspezifische Faktoren. Die Häufigkeit von VKB-Verletzungen nimmt jedoch weiterhin zu.

Methodik

Deshalb analysierten amerikanische Forschende aus Philadelphia in einem systematischen Review sowohl Studien zur Videoanalyse von VKB-Verletzungen als auch Pre-Screening-Studien. Sie untersuchten biomechanische Mechanismen, die zu einer VKB-Verletzung beitragen und berücksichtigten Unterschiede zwischen Männern und Frauen. Bis April 2020 fanden sie in den Datenbanken Web of Science, CINHAL, PubMed und Cochrane Collaboration 18 Studi-

en, die zu ihren Einschlusskriterien passten.

Ergebnisse

Ein steifes Landeverhalten, eine schlechte Rumpfstabilität, eine schwache Hüftabduktionskraft, ein größerer Knievalgus und eine Landung in Fersenauftrittsposition (=weniger Plantarflexion beim initialen Kontakt) kann das Risiko einer VKB-Verletzung erhöhen. Alle diese Faktoren scheinen erheblich dazu beizutragen und sind bei Frauen im Vergleich zu Männern besonders häufig anzutreffen, vor allem im Amateursportbereich. Die meisten Verletzungen in den Studien mit Videoanalyse ereigneten sich, während die Sportler*innen in der Offensive waren (47%), den Ball hatten (29%) oder eine Cutting-Bewegung ausführten (20%). In den Video-Analysen-Studien waren hauptsächlich Basketball- (47%), Handball- (24%) und Rugbyspieler (13%) betroffen, während Fußball (12%), American Football (3%) und Gymnastik (1%) weniger vertreten waren. Die Verletzungen, die in den Pre-Screening-Studien beobachtet wurden, ereigneten sich meist während Unihockey (34%), Basketball (33%), Handball (20%), American Football (12%) und Volleyball (1%).

Diskussion

Frauen haben im Vergleich zu männlichen Athleten ein erhöhtes Risiko für VKB-Verletzungen ohne Fremdeinwirkung, wobei dieser Unterschied auf Amateurebene besonders ausgeprägt ist. Anatomisch gesehen haben Frauen ein breiteres Becken, was sie zu größeren Q-Winkeln im Hüftgelenk und damit zu einem höheren Risiko einer VKB-Verletzung prädisponiert. Frauen erzeugen in der Regel auch nicht so viel Kraft in den Hüftabduktoren wie Männer, wodurch sie potenziell dynamischen Valgusmomenten im Knie eher ausgesetzt sind.

Konklusion

Schlechte Rumpfstabilität, Landung auf der Ferse, schwache Hüftgelenksabduktoren und ein erhöhter Kniegelenksvalgus können zu einem erhöhten VKB-Verletzungsrisiko beitragen. Jun-

ge Sportler*innen können von gezielten Trainingsprogrammen profitieren, die sich auf die Kräftigung der Hüftabduktoren, die Rumpfstabilität, die Kniestabilität und die Position des Sprunggelenks bei der Landung konzentrieren, um zukünftige Verletzungen zu vermeiden.

Operative oder konservative Behandlung nach VKB-Ruptur?

Chirurgische Versorgung verringert nicht das Risiko, später eine Arthrose zu entwickeln

Hintergrund

Die optimale Behandlung nach Verletzung des vorderen Kreuzbandes (VKB) ist nach wie vor umstritten, denn sowohl die operative als auch die konservative Behandlung kann zu zufriedenstellenden klinischen Ergebnissen führen. Die Befürworter einer OP argumentieren, dass eine Rekonstruktion spätere Meniskusverletzungen und die dementsprechenden Arthrosefolgen verringert und zu einer deutlich besseren Belastbarkeit führt. Andere berichten jedoch, dass die Ergebnisse nach einer konservativen Behandlung mit denen einer chirurgischen Rekonstruktion vergleichbar sind und ähnliche subjektive und objektive funktionelle Ergebnisse aufweisen. Ziel war es deshalb, in einer systematischen Übersichtsarbeit mit Metaanalyse die Ergebnisse zwischen operativer und konservativer Behandlung zu vergleichen.

Methodik

Die Autor*innen suchten systematisch in den Datenbanken Medline, Embase, Scopus und Google Scholar nach Literatur. Das Risiko einer Verzerrung bewerteten sie anhand der Cochrane Collaboration-Tools und die Qualität der Evi-

Literatur

Larwa J, Stoy C, Chafetz RS et al. Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18 (7): 3826.

denz anhand von GRADE. Sie schlossen 12 Studien mit der Evidenzklasse 2-3 aus den Jahren zwischen 2000-2021 ein. Es wurden insgesamt 1058 Fälle behandelt, 646 (61%) davon operativ und 412 (39%) konservativ. Die eingeschlossenen Studien hatten ein Follow-up von 5-15 Jahren.

Ergebnisse

Alle Studien wiesen ein hohes Verzerrungsrisiko auf und waren von geringer Qualität. Die Werte des IKDC-Fragebogens sprachen für eine chirurgische Behandlung. Bei den Aktivitäten des täglichen Lebens gab es signifikante Unterschiede zugunsten der konservativen Behandlung. Bei der Kniestabilität gab es signifikante Unterschiede zugunsten der chirurgischen Behandlung. Das Arthroserisiko unterschied sich nicht signifikant zwischen den beiden Behandlungsmodalitäten. Obwohl Personen, die sich einem chirurgischen Eingriff unterzogen, ein um 57% höheres Arthroserisiko aufwiesen, deuten die sich überschneidenden 95%-Konfidenzintervalle darauf hin, dass die operative im Vergleich zur konservativen Behandlung kein erhöhtes Risiko für eine spätere Entwicklung einer Arthrose birgt.

Diskussion

Die Ergebnisse der Metaanalyse sind widersprüchlich. Obwohl die Analyse stark darauf hindeutet, dass die VKB-Rekonstruktion zu einem deutlich stabileren Knie und einem signifikanten Vorteil bei den selbst berichteten Parametern und Verbesserungen bei Symptomen, Funk-

tion und sportlichen Aktivitäten führt, werden diese Vorteile bei den Aktivitäten des täglichen Lebens nicht beobachtet. Tatsächlich sprechen die Ergebnisse des KOOS ADL-Fragebogen-Scores eindeutig für eine konservative Behandlung. Für die Aktivitäten des täglichen Lebens ist eine VKB-Rekonstruktion möglicherweise nicht indiziert: Der KOOS-ADL-Test umfasst Verhaltensweisen wie Treppensteigen, Stehen, Bücken, Gehen auf ebenen Flächen, Einkaufen und Sitzen. Für keine dieser Aktivitäten ist ein intaktes VKB erforderlich und es ist nicht überraschend, dass die Ergebnisse daher für eine konservative Behandlung sprechen. Aufgrund der geringen Studienqualität und des hohen Risikos einer Verzerrung sind die Ergebnisse jedoch mit Vorsicht zu interpretieren. Andererseits werden Studien automatisch mit einem hohen Risiko der Verzerrung eingestuft, wenn Proband*innen und/oder das Studienpersonal nicht verblindet werden können, was die Zuteilung zu den Studiengruppen oder die durchgeführte Behandlung betrifft. Eine Verblindung in chirurgischen Studien würde zwangsläufig eine Schein-Behandlungs-Gruppe bedeuten, was aus ethischen Gründen nicht mehr zulässig ist.

Frühzeitiges Training in der offenen Kette nach VKB-Rekonstruktion erlaubt

Keine erhöhte Laxität des Transplantats

Hintergrund

Übungen im offenen System sind eine wirksame Trainingsmethode, um während der Rehabilitation nach Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands (VKB) die Muskelfunktion zu verbessern. Die Anwendung in der frühen Phase der Rehabilitation ist jedoch umstritten. Ein französisch-amerikanisches Autorenteam führte deshalb eine Studie durch, um festzustellen,

Konklusion

Eine VKB-Rekonstruktion führt zu einem signifikant stabileren Knie mit besseren klinischen und funktionellen Ergebnissen. Diese Vorteile gegenüber einer konservativen Behandlung wurden jedoch bei den Aktivitäten des täglichen Lebens nicht beobachtet und die subjektiv von den Patient*innen wahrgenommenen Ergebnisse sprechen für eine nichtoperative Behandlung. Die chirurgische Behandlung verringerte nicht das Risiko, später eine Arthrose zu entwickeln.

Literatur

Hohmann E, Tetsworth K, Glatt V. Anterior cruciate ligament reconstruction results in better patient reported outcomes but has no advantage for activities of daily living or the subsequent development of osteoarthritis. A systematic review and meta-analysis. *Knee* 2023; 41: 137-149.

ob der frühzeitige Einsatz von Übungen im offenen System die Laxität des Transplantats drei und sechs Monate postoperativ bei Patient*innen mit einem Hamstringssehnentransplantat beeinflusst.

Methodik

Die Kohortenstudie umfasste eine Interventionsgruppe aus 103 Freizeitsportler*innen (33 weiblich), die Übungen im offenen und geschlossenen System absolvierten (n = 51) und eine Kontrollgruppe, die nur Übungen im geschlossenen System durchführte (n = 52), dreimal pro Woche. In der Interventionsgruppe wurde circa vier Wochen (31.4 ± 7.6 Tage) nach der Rekonstruktion des VKB mit dem Training in der offenen Kette für den M. quadriceps und die Hamstrings

begonnen. Drei und sechs Monate postoperativ führten die Wissenschaftler isokinetische Tests durch, um den Limb-Symmetry Index (LSI) und das Verhältnis von Spitzen-Drehmoment zu Körpergewicht für den M. quadriceps und die Hamstrings zu berechnen. Die anteriore Laxität des Kniegelenks maßen sie mittels Arthrometer. Der Beginn der Übungen in offener Kette wurde freigegeben, wenn die Patient*innen ein Stroke/Brush-/Sweep-Test-Ergebnis (Ergusstest) von ≤1+, einen Bewegungsbereich zwischen 0 und 110°, einbeiniges Anheben des Beins ohne Lag-Zeichen und eine Transplantat-Laxität bei 134N von <1,5mm aufwiesen (Heijne et al 2007, Pouderoux et al. 2020). Das Übungsprotokoll in der offenen Kette sah folgendermaßen aus:

- 10-minütiges Standard-Warm-up
- Konzentration auf den M. quadriceps und die Hamstrings
- isokinetisches Gerät mit sitzendem Beinstrecker und –curl
- 10 Sätze à 8 Wiederholungen in Isokinetik bei 60 Grad/s sowie 8 Sätze mit 8 Wiederholungen, 3x/Woche mit Beinstrecker für den M. quadriceps und mit Beincurls für die Hamstrings
- 3 Sekunden konzentrische Kontraktion, 1 Sekunde isometrische Kontraktion und 3 Sekunden exzentrische Kontraktion (Brinlee et al. 2022)
- Belastung: 60% des maximalen Widerstands (bestimmt mittels Handdynamometer)

Ergebnisse

Drei und sechs Monate postoperativ war die Kraft des M. quadriceps beim LSI (3 Monate: 76,14% vs. 46,91% bzw. 6 Monate: 91,05% vs. 61,80%) und beim Verhältnis des Spitzen-Drehmoments zum Körpergewicht (3 Monate: 1,81 vs. 0,85N-m/kg; 6 Monate: 2,40 vs. 1,39N-m/kg) in der Interventionsgruppe höher als in der Kontrollgruppe. Ähnliche Ergebnisse gab es bei der Kraft der Hamstrings beim LSI (3 Monate: 86,13% vs. 64,26%; 6 Monate:

91,90% vs. 82,42%) und beim Verhältnis des Spitzen-Drehmoments zum Körpergewicht (3 Monate: 1,09 vs. 0,67N-m/kg; 6 Monate: 1,42 vs. 1,07N-m/kg). Die Forscher stellten keinen signifikanten Unterschied in der Laxität zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe fest.

Diskussion

In der Studie konnten Standardisierung und Compliance der Kontrollgruppe nicht überwacht werden. Die Interventionsgruppe stammte aus demselben Rehabilitationszentrum und unterzog sich der Rehabilitation nach demselben standardisierten Protokoll. Die Patient*innen der Kontrollgruppe erhielten ihre Rehabilitation in anderen Zentren.

Konklusion

Die frühzeitige Anwendung von Übungen in der offenen kinetischen Kette sowohl für den M. quadriceps als auch für die Hamstrings, zusätzlich zu den üblichen Übungen in der geschlossenen kinetischen Kette, führte zu einer verbesserten Behandlung der Kraftdefizite des M. quadriceps und der Hamstrings, ohne die Laxität des Transplantats zu erhöhen.

Literatur

Forelli F, Wassim Barbar W, Kersante G et al. Evaluation of Muscle Strength and Graft Laxity With Early Open Kinetic Chain Exercise After ACL Reconstruction: A Cohort Study. *Orthop J Sports Med* 2023; 11 (6): 23259671231177594.

Konservative Behandlung und Kontinuitätswiederherstellung nach VKB-Ruptur

Cross Bracing Protocol mit 90%-iger Erfolgsquote

Hintergrund

Schlechte Langzeitergebnisse nach einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes (VKB) sind nach operativen oder konservativen Versorgungsmethoden üblich, die darauf beruhen, dass ein rupturiertes VKB nur eine bedingte Heilungsfähigkeit hat. Eine kürzlich durchgeführte Analyse der KANON-Studie ergab jedoch, dass mindestens 30% der Teilnehmenden mit VKB-Ruptur bei einer MRT-Untersuchung nach zwei Jahren Anzeichen für eine VKB-Heilung (=ein kontinuierliches VKB) aufwiesen. Es ist nicht klar, ob ein neuartiges Bracing-Protokoll, das die Heilung einer VKB-Ruptur erleichtern soll, die Ergebnisse für Patient*innen verbessern kann. Australische und neuseeländische Wissenschaftler*innen beschäftigten sich deshalb mit dem Thema der Heilungsprozesse des VKB, subjektiven Outcomeparametern und der Kniegelenkslaxität von Patient*innen, die nach VKB-Ruptur konservativ mit dem Cross Bracing Protocol (CBP) behandelt wurden.

Methodik

Das CBP ist ein Schema (siehe Abbildung 1), welches die Ruhigstellung des Kniegelenks bei 90° Flexion in einer Schiene für vier Wochen beinhaltet, gefolgt von einer schrittweisen Steigerung des Bewegungsumfanges bis zur Entfernung der Schiene nach zwölf Wochen und einer zielgerichteten Rehabilitation unter Anleitung von Physiotherapeut*innen. 80 konsekutive Patient*innen wurden innerhalb von vier Wochen nach einer VKB-Ruptur mit dem CBP behandelt. Die MRT-Aufnahmen (nach drei und sechs Monaten) wurden von drei Radiologen anhand des ACL OsteoArthritis Score (ACLOAS) bewertet.



Abbildung 2: Ablauf Cross Bracing Protocol (CBP) nach Filbay et al. 2023

Außerdem wurden die Werte der Lysholm-Skala und der ACL-Lebensqualität (ACLQOL) und die Kniegelenkslaxität (Lachman-Test nach drei Monaten und Pivot-Shift-Test nach sechs Monaten) verglichen. Auch die Rückkehr zum Sport nach zwölf Monaten war ein Outcomeparameter. Die Teilnehmenden waren zum Zeitpunkt der Verletzung zwischen 10 und 58 Jahre alt, 39% waren weiblich, 49% hatten eine begleitende Meniskusverletzung.

Ergebnisse

Nach drei Monaten wiesen 90% (n=72) der Teilnehmenden Anzeichen einer VKB-Heilung auf (ACLOAS Grad 1: 50%; Grad 2: 40%; Grad 3: 10%). Teilnehmende mit ACLOAS-Grad 1 berichteten über bessere Werte auf der Lysholm-Skala und im ACLQOL im Vergleich zu ACLOAS-Grad 2-3. Mehr Teilnehmende mit ACLOAS-Grad 1 hatten nach drei Monaten eine normale Kniegelenkslaxität (100% gegenüber 40%) und kehrten zum prä-traumatischen Sportniveau zurück (92% gegenüber 64%), verglichen mit Teilnehmenden mit ACLOAS-Grad 2-3. Elf Patienten (14%) erlitten ein Reruptur des VKB.

Diskussion

Obwohl diese Fallserie das Potenzial für positive Ergebnisse bei der Anwendung des CBP aufzeigt, sind größere Kohorten mit längerfristiger Nachbeobachtung und insbesondere randomi-

Schlechte Resultate nach VKB-Rekonstruktion - welche Faktoren spielen eine Rolle?

Schwache Rotatorenmanschette des Hüftgelenks beeinflusst negativ

Hintergrund

Eine früh einsetzende Arthrose ist eine bekannte Folge nach Verletzung des vorderen Kreuzbandes (VKB), unabhängig vom Behandlungsansatz. Die Faktoren, die zum raschen Auftreten und Fortschreiten der Arthrose nach VKB-Verletzung beitragen, sind nur unzureichend bekannt. Ein schwacher M. quadriceps ist nach VKB-Verletzung weit verbreitet und ein bekannter Risikofaktor für patellofemorale Schmerzen und Arthrose. Über die Bedeutung der Hüftgelenkmuskulatur ist weit weniger bekannt. Forscher*innen aus den USA und Australien

sierte klinische Studien erforderlich.

Konklusion

Nach der Behandlung einer akuten VKB-Ruptur mit dem CBP konnte bei 90% der Patient*innen im MRT nach drei Monaten eine Heilung nachgewiesen werden (=Kontinuität des VKB). Eine bessere Heilung des VKB im MRT nach drei Monaten wurde mit besseren Ergebnissen in Verbindung gebracht. Längerfristige Nachuntersuchungen und klinische Studien sind erforderlich, um die klinische Praxis zu unterstützen.

Literatur

Filbay SR, Dowsett M, Jomaa MC et al. Healing of acute anterior cruciate ligament rupture on MRI and outcomes following non-surgical management with the Cross Bracing Protocol. Br J Sports Med 2023; bjsports-2023-106931

analysierten deshalb diese Muskelgruppe bei Personen und mögliche Zusammenhänge.

Methodik

111 Teilnehmende nach einer Rekonstruktion des VKB unterzogen sich ein Jahr danach einer Kraftmessung der Außen- und Innenrotatoren des Hüftgelenks. Ein (n = 111) und fünf (n = 74) Jahre nach der Rekonstruktion absolvierten die Teilnehmenden eine Reihe von funktionellen, symptomatischen (KOOS) und strukturellen Untersuchungen (Röntgen, MRT). Die Forscher*innen bewerteten die Knorpelgesundheit der patello- und tibiofemorale Gelenkflächen. Sie verglichen sowohl die Hüftgelenkrotationskraft zwischen den Extremitäten als auch den Zusammenhang zwischen der Hüftgelenkskraft nach einem Jahr und den funktionellen, symptomatischen und Knorpelerggebnissen nach einem und fünf Jahren mittels Regressionsmodellen.

Ergebnisse

Das betroffene Bein wies im Vergleich zur kontralateralen Seite eine Schwäche der Außenrotation auf. Mehr Kraft der Rotatorenmanschette des Hüftgelenks war mit einer besseren Funktion nach ein und fünf Jahren sowie mit besseren KOOS –Werten (patello-femorale Subskala) nach fünf Jahren verbunden. Mehr Außenrotationskraft war mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit einer Verschlechterung der tibiofemorale Knorpelläsionen nach fünf Jahren verbunden.

Diskussion

Es wurden nur zwei Messungen der Hüftgelenkmuskulatur in einer Position durchgeführt und die Messung anderer Muskeln der unteren Extremität hätte möglicherweise weitere Faktoren aufdecken können, die zu der festgestellten Schwäche beitragen. Es ist auch unklar, ob die Kraftunterschiede zu einer VKB-Verletzung und/oder -Rehabilitation beitrugen oder daraus resultierten, da eine geringere Außenrotation des Hüftgelenks das Risiko einer VKB-Verletzung erhöhen kann. Zudem gab es keine Kontrollgruppe. Dies könnte besonders wichtig sein, da ein

Vergleich mit der nicht betroffenen Extremität, aufgrund des funktionellen Abbaus auch auf dieser Seite, nicht immer sinnvoll ist.

Konklusion

Eine schwache Rotatorenmanschette des Hüftgelenks kann eine Rolle bei der Verschlechterung von Funktion, Symptomen und Knorpelzustand nach VKB-Rekonstruktion spielen. Es sind jedoch noch weitere Studien erforderlich, um herauszufinden, ob dieser Zusammenhang ursächlich ist und/oder ob eine gezielte Stärkung dieser Muskelgruppen dazu beitragen kann, künftige Verletzungen zu verhindern oder zu verringern.

Literatur

Girdwood MA, Patterson BE, Crossley KM et al. *Hip rotation muscle strength is implicated in the progression of early post-traumatic osteoarthritis: A longitudinal evaluation up to 5 years following ACL reconstruction. Phys Ther Sport* 2023; 63: 17-23.

Methodik

Die Autor*innen stellen eine 11-jährige extended-Follow-up-Studie basierend auf der in 2010 erschienenen KANON-Studie (randomisierte klinische Studie) vor, an der 121 junge aktive Erwachsene (Durchschnittsalter 26 Jahre, 74% männlich) mit einer akuten sportbedingten VKB-Ruptur teilnahmen. Sie verglichen erneut die von den Patient*innen gemeldeten und röntgenologischen Ergebnisse zwischen denen, die nach dem Zufallsprinzip eine frühzeitige VKB-Rekonstruktion mit anschließender Bewegungstherapie erhielten (n=62), und denjenigen, die mit frühzeitiger Rehabilitation plus optionaler verzögerter VKB-Rekonstruktion be-

handelt wurden (n=59). Das primäre Outcome nach elf Jahren war der KOOS-Fragebogen.

Ergebnisse

Insgesamt konnten die Wissenschaftler*innen noch die Daten von 88% der Kohorte nach 11 Jahren analysieren. 52% derjenigen, die in der Gruppe mit optional verzögerter VKB-Rekonstruktion (VKBR) waren, unterzogen sich auch einer VKBR. Die durchschnittliche Verbesserung des KOOS von den Ausgangsdaten bis zum Ablauf der 11 Jahre betrug 46 Punkte bei denen, die eine frühe VKBR plus Rehabilitation erhielten und 45 Punkte bei denjenigen, die eine Rehabilitation plus optional verzögerter VKBR erhielten. Etwa 2/3 der gesamten Kohorte erfüllte die Definition eines "für Patient*innen akzeptablen Symptomzustands" (KOOS4-Schwellenwert für Patient*innen akzeptablen Symptomzustand = 79), während 44% eine radiologische Arthrose ihres verletzten Kniegelenks entwickelt hatten. Die durchschnittliche Summe der radiologischen Arthrose-Merkmale (0 bis 30; wobei höhere Werte eine schwerere Gelenkschädigung anzeigen) betrug 2,4 für die Gruppe, die eine frühe VKBR erhielt, und 1,0 für die Gruppe, die Rehabilitation plus optionaler verzögerter VKBR erhielt.

Unilaterales Training der unverletzten Extremität hilfreich

Personen nach Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands profitieren von mehr Muskelkraft

Hintergrund

Rupturen des vorderen Kreuzbands (VKB) machen 45,4% der Kniegelenksverletzungen aus. Personen nach VKB-Rekonstruktion weisen muskuläre Defizite und eine beeinträchtigte neuromuskuläre Kontrolle auf. Ein kürzlich durchgeführtes systematisches Review legt nahe,

Diskussion

In Verbindung mit den elf Jahren der Nachbeobachtung kam es zu einigen Verlusten in der Probandenanzahl, was zu kleineren Gruppen führte und die Möglichkeit, Schlussfolgerungen zu ziehen, vor allem für die „as-treated-Gruppe“ limitierte.

Konklusion

Nach elf Jahren Nachbeobachtung gab es bei jungen aktiven Erwachsenen nach akuter VKB-Ruptur, die einer frühen VKBR plus Rehabilitation gegenüber einer anfänglichen Rehabilitation mit der Option einer verzögerten VKBR zugewiesen wurden, keine Unterschiede bei den selbstberichteten Ergebnissen.

Literatur

Lohmander LS, Roemer FW, Frobell RB et al. *Treatment for Acute Anterior Cruciate Ligament Tear in Young Active Adults. NEJM Evid* 2023; 2 (8).

dass die verminderte Kraft bei Personen nach VKB-Rekonstruktion auf eine erhöhte Erregbarkeit der spinalen Reflexbahnen und eine verminderte Erregbarkeit der kortikospinalen Bahnen zurückzuführen ist. Daher könnte es nach einer VKB-Rekonstruktion wichtig sein, den Verlust der Muskelkraft durch zentrale neuronale Mechanismen zu verringern. Unilaterales Training der nicht-betroffenen Extremität könnte ein nützliches therapeutisches Mittel sein, um in Zeiten von Immobilisationen eine Cross-Education zu bewirken. Cross-Education beschreibt ein neurophysiologisches Adaptionsphänomen mit Kraftzuwachs der verletzten Seite. Cross-Education hat bis heute noch keinen festen Platz in der Physiotherapie gefunden. Die Wirksamkeit

dieses Trainings bei Personen nach Rekonstruktion des VKB ist bisher unbekannt.

Methodik

Die Autor*innen ermittelten in einem systematischen Review mit Metaanalyse, wie effektiv unilaterales Training der unverletzten Extremität (8-12 Wochen) auf die Muskelkraft und Kniefunktion bei Personen nach VKB-Rekonstruktion ist. Sie schlossen aus den Datenbanken MEDLINE, LILACS, CENTRAL, Embase, Scopus, Web of Science, CINAHL, SPORTDiscus und PEDro sieben Studien ein. Die Metaanalyse analysierte daraus fünf Studien.

Ergebnisse

Die Standardisierte Mittelwertdifferenz für die isometrische Kraft des M. quadriceps betrug 0,6 nach 8 bis 12 Wochen (0,29 - 0,92). Die Qualität der Evidenz war nach dem GRADE-Rating (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations) hoch. In vier Studien wurde die Kniefunktion anhand verschiedener Fragebögen nach 8, 24 und 26 Wochen bewertet. Nur eine Studie berichtete über signifikante Unterschiede der Kniegelenksfunktion nach acht Wochen, die zugunsten der Gruppe mit unilateralem Training ausfielen.

Diskussion

Die Ergebnisse stützen sich auf eine kleine

Leistungsminderung nach Rückkehr in den Wettkampf

Verletzungen des vorderen Kreuzbands bei deutschen Fußballern

Hintergrund

Verletzungen des vorderen Kreuzbands (VKB)

Stichprobe von lediglich fünf Studien, was die Generalisierbarkeit verhindert und das Bias-Risiko erhöht. Die selbstberichtete Kniefunktion wurde mit unterschiedlichen Fragebögen und zu unterschiedlichen Zeitpunkten bewertet, weshalb es nicht möglich war, eine Metaanalyse für dieses Outcome durchzuführen.

Konklusion

Es gab moderate bis hochwertige Evidenz mit statistischer Signifikanz dafür, dass eine Ergänzung der Standardrehabilitation durch unilaterales Training die Cross-Education der isometrischen Kraft des M. quadriceps nach einer VKB-Rekonstruktion kurz- und langfristig verbesserte. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um die Konsistenz dieser Ergebnisse zu bewerten.

Literatur

Cuyul-Vásquez I, Álvarez E, Riquelme A et al. Effectiveness of Unilateral Training of the Uninjured Limb on Muscle Strength and Knee Function of Patients With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cross-Education. *J Sport Rehabil* 2022; 31 (5): 605-616.

sind eine der schwerwiegendsten Verletzungen im Fußball. Die gesundheitlichen Konsequenzen und die Leistungsfähigkeit werden jedoch nur selten nach der Rückkehr in den Wettkampf (=Return To Competition =RTC) untersucht. Ziel dieser Studie war es deshalb, den Zeitpunkt des RTC im deutschen Profi-, Semi-Profi- und Amateurfußball zu analysieren. Darüber hinaus analysierten die Autoren, die Wahrscheinlichkeit eines Karriereendes und die Leistungsfähigkeit

nach dem RTC in verschiedenen Spielklassen durch die Erfassung des Spielniveaus, der absolvierten Spiele und der gespielten Minuten.

Methodik

Die Autoren untersuchten die prospektiv erhobenen Verletzungsdaten aus dem VKB-Register des deutschen Fußballs. Sie analysierten retrospektiv vier Saisons (Jahr 2014-2018) in den Profiligen (1.-3. Liga), den Semi-Profi- (4.-6. Liga) und den Amateurligen (7. Liga) im Hinblick auf den RTC und die Leistungsparameter. Die gesammelten Daten von drei aufeinander folgenden Saisons nach der Verletzung verglichen sie mit der Saison vor der Verletzung und der Verletzungssaison.

Ergebnisse

Während des 4-Jahres-Zeitraums wurden insgesamt 607 VKB-Verletzungen mit einer durchschnittlichen RTC-Zeit von 337,1 Tagen (Standardabweichung: 183) registriert. Nach primären VKB-Rupturen war die kürzeste RTC von 247,3 Tagen im Profifußball zu verzeichnen, während im semiprofessionellen mit 333,5 Tagen und im Amateurfußball mit 376,2 Tagen eine längere Ausfallzeit festgestellt wurde. Re-Rupturen traten bei 17,8% auf und zeigten eine ähnliche Tendenz mit der kürzesten RTC bei den Profis mit 289,9 Tagen. Innerhalb der ersten drei Saisons nach der Verletzung mussten 36,7% bei den Semi-Profis und 20% bei den Profis ihre Karriere beenden. Das Spielniveau zu halten war nur für 47,5% der Profis möglich, während dies nur 29,6% der Semi-Profis und 28,1% der Amateure schafften. Einzig im Profifußball konnte kein signifikanter Unterschied in den gespielten Minuten und Spielen nach zwei Jahren im Vergleich zur Saison vor der Verletzung festgestellt werden.

Diskussion

Die Rückkehr zum Wettkampf im Fußball nach einer VKB-Ruptur wird zwischen Spielern, Trainern und Ärzten kontrovers diskutiert. 64,4% der Ent-

scheidungen, wann (semi-)professionelle deutsche Fußballspieler zurück in den Wettkampf gehen, werden entgegen der ärztlichen Empfehlung getroffen. Bei einer zu schnellen Rückkehr zum Sport spielt aber ein erhöhtes Risiko für eine Re-Ruptur mit: Für jeden Monat Aufschub verringert sich das Re-Ruptur-Risiko um 51%. Ab dem 9. postoperativen Monat findet sich keine signifikante Risikoreduzierung mehr. Eine Limitation der Studie ist, dass keine Spielerbefragungen oder -tests durchgeführt wurden, so dass eigentlich keine Aussage über die Gründe für die verringerte Spielzeit oder den Abstieg in eine andere Liga gemacht werden kann.

Konklusion

Ein niedrigeres Spielniveau und Re-Rupturen sind die Hauptfaktoren für eine verzögerte Rückkehr in den Wettkampf nach einer VKB-Ruptur im deutschen Fußball. Für alle Spielklassen stellten die Wissenschaftler eine signifikante Verschlechterung des Spielniveaus und eine hohe Wahrscheinlichkeit für ein Karriereende fest. Allerdings waren nur Profispieler in der Lage, ihre Spielminuten und Spiele zwei Jahre nach der Verletzung wieder zu erreichen, während Sportler der niedrigeren Klassen innerhalb von drei Jahren nicht die gleiche Quote erreichten.

Literatur

Szymiski D, Achenbach L, Weber J et al. Reduced performance after return to competition in ACL injuries: an analysis on return to competition in the 'ACL registry in German Football'. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2023; 31 (1): 133-141.

Leistung beim einbeinigen Aufstehetests als Indikator für Kraft des M. quadriceps

Schneller und einfacher Krafttest als gute Alternative

Hintergrund

Eine anhaltende Schwäche des M. quadriceps kommt nach der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes (VKBR) häufig vor und geht mit schlechteren Ergebnissen, einem höheren Risiko für erneute Kniegelenksverletzungen und dem Auftreten von Gonarthrose einher. Die Wiederherstellung der Kraft des M. quadriceps ist ein wesentlicher Bestandteil der Rehabilitation und es wird empfohlen, dies regelmäßig zu testen. Genaue Krafttests erfordern jedoch in der Regel eine teure Ausrüstung, wobei der Goldstandard ein isokinetischer Dynamometer ist. Der einbeinige Aufstehetest gilt als globales Maß für die Funktion der unteren Extremität und kann eine geeignete Alternative zur Einschätzung der Kraft des M. quadriceps ohne teures Equipment darstellen.

Methodik

Die Autor*innen untersuchten in einer Querschnittsstudie, ob die Leistung beim einbeinigen Aufstehetest mit der Kraft des M. quadriceps nach VKBR zusammenhängt. Sie schlossen 100 Personen (50 Frauen) im Alter von 18-40 Jahren, 9-36 Monate nach VKBR mit anhaltenden Kniebeschwerden (KOOS4 <80/100) ein. Die wichtigsten Messgrößen der Wissenschaftler*innen waren: Anzahl der Wiederholungen des einbeinigen Aufsteh-Tests und isometrische Kraft des M. quadriceps mittels isokinetischem Dynamometer (60° Flexion, normalisiert auf das Körpergewicht).

Ergebnisse

Die Teilnehmenden führten im Durchschnitt 13

(9-20) bzw. 17 (11-24) einbeinige Aufsteh-Wiederholungen auf der VKBR Seite bzw. der kontralateralen Extremität durch. Die durchschnittliche Kraft des M. quadriceps betrug 2,09 Nm/kg auf der VKBR-Seite und 2,33 Nm/kg auf der kontralateralen Extremität. Die Forschenden beobachteten einen nichtlinearen, zunehmenden Zusammenhang zwischen der Leistung beim einbeinigen Aufstehen und der Kraft der M. quadriceps, wobei sich die Zunahme bei höheren Werten der einbeinigen Aufstehleistung abschwächte. Die einbeinige Aufstehleistung ist möglicherweise ein aussagekräftiger Indikator für die Kraft des M. quadriceps bei Personen mit schlechterer Funktion.

Diskussion

Therapeut*innen sollten berücksichtigen, dass die Leistungsfähigkeit des einbeinigen Aufstehetests eine Schätzung der Kraft des M. quadriceps und kein gleichwertige Messung darstellt. Außerdem wurde in der Studie die Inter- oder Intra-Rater-Reliabilität nicht gesondert erfasst. Da es sich um eine Querschnittsuntersuchung handelte, waren die Autor*innen nicht in der Lage zu überprüfen, ob Veränderungen in der einbeinigen Aufstehleistung mit der Zeit entsprechende Veränderungen in der Kraft des M. quadriceps widerspiegeln.

Konklusion

Der einbeinige Aufstehetest kann für Therapeut*innen ein Anhaltspunkt für die Kraft des M. quadriceps bei Personen nach VKBR sein und ermöglicht es, die Wiederherstellung der Kraft des M. quadriceps ohne spezielles Equipment zu überwachen. Da sich der Zusammenhang zwischen der Leistung beim Aufstehetest und der Kraft des M. quadriceps mit einer größeren Anzahl von erreichten Aufstehversuchen verringert, tragen wahrscheinlich andere Faktoren (z. B. Motivation, Ausdauer) zur Leistung beim Aufstehetest bei höheren Werten bei.

Literatur

West TJ, Bruder AM, Crossley KM et al. Does the one-leg rise test reflect quadriceps strength in individuals following anterior cruciate ligament reconstruction? *Phys Ther Sport* 2023; 63: 104-111.

Welche Faktoren, die zum Wiederverletzungsrisiko beitragen, werden von den Standard-RTS-Tests nicht erfasst?

Neuroplastizität als möglicher fehlender Faktor nach VKBR

Hintergrund

Nach einer Verletzung des vorderen Kreuzbandes (VKB) stehen Kliniker*innen und Sportler*innen vor der gemeinsamen Herausforderung, eine sekundäre Ruptur des Transplantats oder eine kontralaterale Verletzung zu verhindern. Um das Verletzungsrisiko zu minimieren, werden häufig Tests zur Wiederaufnahme des Sports (Return to Sport =RTS) durchgeführt, um sicherzustellen, dass Sportler*innen körperlich bereit für den Sport sind. Zu den Standardtests gehören die Messung der Muskelkraft (z. B. Quadrizeps und Hamstrings), der Funktion (z. B. Sprungtests) und Fragebögen zur selbst eingeschätzten Kniegelenksfunktion. Die Erfüllung der RTS-Kriterien zu einem frühen Zeitpunkt (vor 8-9 Monaten) nach einer VKB-Rekonstruktion kann jedoch nur den trügerischen Anschein einer körperlichen Sporttauglichkeit erwecken, da das Risiko einer erneuten Verletzung höher ist als bei Personen, die die Leistungsfähigkeit nicht so schnell erreichen und somit den RTS verzögern.

Eine VKB-Verletzung verursacht verschiedene Beeinträchtigungen wie mechanische Instabilität, Schmerzen, Angst vor Bewegung und musku-

läre Inhibition. Diese Beeinträchtigungen führen zusammen mit Verhaltensänderungen infolge der Rehabilitation und Bewegungskompensationen zu Anpassungen im zentralen Nervensystem (=Neuroplastizität). Diese Neuroplastizität kann aufgrund kompensatorischer neuronaler Prozesse den Anschein einer angemessenen dynamischen Kniegelenksstabilität beim RTS erwecken. Patient*innen weisen eine erhöhte kognitive und vernetzte neuronale Aktivität auf, um die grundlegende motorische Kontrolle des Kniegelenks aufrechtzuerhalten (d. h. neuronale Kompensation). Diese neuronale Kompensation kann zu einer erhöhten Verlagerung auf visuell-kognitive Funktionen führen, um grundlegende Kontrollelemente wie die Propriozeption und dynamische Stabilität weiter zu gewährleisten. Theoretisch manifestiert sich die neuronale Kompensation als erhöhte Aufmerksamkeit für Bewegungen, die der Sportler früher ohne nachzudenken ausgeführt hat (d. h. neurokognitives Vertrauen).

Return-to-Sport-Tests quantifizieren zwar die körperliche Leistungsfähigkeit, erkennen jedoch wichtige neuronale Kompensationen nicht. Um diese neuronalen Kompensationen in einem klinischen Umfeld zu beurteilen, empfiehlt die Literatur, die neurokognitive Inanspruchnahme bei Athlet*innen durch kombinierte neurokognitive und motorische Dualtask-Aufgaben zu ermitteln.

Methodik

In diesem Überblicksartikel stellen die Autor*innen (1) die neuesten Erkenntnisse über die

Neuroplastizität bei VKB-Verletzungen vor und (2) erläutern einfache Prinzipien und neue Beurteilungen mit vorläufigen Daten zur Verbesserung der Entscheidung über den RTS nach einer VKB-Rekonstruktion.

Ergebnisse

Um neurokognitive Beeinträchtigungen beim RTS nach VKB-Verletzung besser zu erkennen, sind folgende Punkte zu beachten:

- Durchführung von RTS-Tests unter standardisierten und neurokognitiven Bedingungen
- Integration von neurokognitiven Herausforderungen, um die kognitive Verarbeitung zu erfassen
 - o Simulation sportlicher Anforderungen unter Einbeziehung der Kognition in die motorische Aufgabe
- Verwendung neurokognitiv erweiterter RTS-Tests mit nachgewiesener hoher Zuverlässigkeit und Synchronisation mit der Aufgabenausführung:
 - o visuomotorische Gleichgewichtsreaktionstests
 - o visuell-kognitive mediale Seitwärtssprünge
 - o neurokognitive Sprünge
 - o Reaktionsfähigkeit im Feldversuch nachstellen

Diskussion

Die Studie stellt eine Expertenmeinung dar. In diesem Forschungsfeld sind dringend weitere Studien nötig, um die neurokognitiven Faktoren, die zur Leistungsfähigkeit beitragen, besser zu verstehen und Sportler*innen zu helfen, den RTS sicher zu bewältigen.

Konklusion

Das Erkennen neurokognitiver Beeinträchtigungen kann die klinische Entscheidungsfindung

für den RTS nach VKB-Rekonstruktion verbessern. Die Wiederherstellung isolierter muskuloskelettaler Beeinträchtigungen ist die Mindestvoraussetzung für den RTS, stellt aber nicht sicher, dass Sportler*innen in allen physiologischen Bereichen, was die Verletzung und Wettkampfanforderung angeht, wirklich bereit sind. Durch die Einbeziehung neurokognitiver Anforderungen in die RTS-Tests können Kliniker*innen den Grad der neurokognitiven Beeinträchtigung erkennen und Sportler*innen besser auf den RTS vorbereiten.

Literatur

Grooms DR, Chaput M, Simon JE et al. Combining Neurocognitive and Functional Tests to Improve Return-to-Sport Decisions Following ACL Reconstruction. J Orthop Sports Phys Ther 2023; 0 (8): 1-5.

PHYSIOMED ELEKTROMEDIZIN AG

Unsere Marken: ●●● PHYSIOMED® | proxomed® | ERGOFIT



Stärker
gegen Krebs

ivo
TRAINER

pullsh®
Spitzensport Trainingsgeräte

PHYSIOFIT
DIGITALE THERAPIEBEGLEITUNG

⊕ AIDBAIT

REBOOTS

Entscheidungsfindung für Rückkehr zum Sport nach VKBR

Kombination aus neurokognitiven und funktionellen muskulären Assessments wichtig

Hintergrund

Eine iranische Forschergruppe beschäftigte sich mit der Tatsache, dass nur 55% der Sportler*innen nach Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands (VKBR) in den Wettkampfsport zurückkehren. Zu beachten ist auch, dass etwa 23-29% der jungen Sportler*innen, die die Return to Sport-Kriterien (RTS) erfüllen, eine zweite VKB-Verletzung erleiden. Dies stellt die Nützlichkeit der derzeitigen Kriterien für RTS in Frage. Der Schwerpunkt dieser Tests liegt bisher vor allem auf biomechanischen und neuromuskulären Aspekten. Obwohl diese Faktoren sicherlich Voraussetzungen für die Rückkehr auf das Spielfeld sind, ergibt sich aus ihrer Berücksichtigung kein vollständiges Bild der Leistungsfähigkeit der Sportler*innen. Die hohen kognitiven Anforderungen des sportlichen Umfelds verdeutlichen den Wert der Integration neurokognitiver Tests bei der Entscheidungsfindung über den Zeitpunkt des RTS.

Methodik

Ziel der Vorstudie war es, die neurokognitiven Funktionen zwischen gesunden Kontrollpersonen und männlichen Sportlern mit VKBR, die entweder die RTS-Kriterien erfüllten oder eben nicht erfüllten, zu vergleichen. An der Querschnittsstudie nahmen insgesamt 45 Fußballspieler teil, darunter 15 mit VKBR, die die RTS-Kriterien erfüllten, 15 mit VKBR, die die Kriterien nicht erfüllten und 15 gesunde Kontrollpersonen. Die Forschenden verwendeten die Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery, um eine Reihe von neurokognitiven Aufgaben zu erfassen, darunter Reaktionsgeschwindigkeit, anhaltende Aufmerksamkeit, Ar-

beitsgedächtnis, kognitive Flexibilität und Reaktionsinhibition.

Ergebnisse

Im Vergleich zu den Gruppen mit „erfolgreicher“ VKBR und den Gesunden wies die Gruppe mit „gescheiterter“ VKBR höhere Werte für die „5-choice movement time“, aber niedrigere Werte für die „Stoppsignal-Reaktionszeit“ und den Anteil der „erfolgreichen Stopps“ auf. Darüber hinaus zeigten sowohl die „VKBR-RTS-failed-Gruppe“ als auch die „VKBR-RTS-passed-Gruppe“ im Vergleich zur gesunden Gruppe höhere Werte bei der „Reaktionslatenzzeit“, aber niedrigere Werte bei den „Variablen A‘, Wahrscheinlichkeit eines Treffers und Prozentsatz korrekter Versuche“.

Diskussion

In der Studie nahmen nur Sportler teil. Daher sind die Ergebnisse nicht auf Sportlerinnen übertragbar. Außerdem wurden alle neurokognitiven Untersuchungen im Sitzen am Computer durchgeführt. Daher sind weitere Untersuchungen, die sowohl neurokognitive als auch neuromuskuläre Assessments während komplexer motorischer Aufgaben kombinieren, erforderlich.

Konklusion

Die Ergebnisse deuten auf Defizite der neurokognitiven Funktionen bei männlichen Sportlern nach VKBR hin. Darüber hinaus unterstrichen die schlechten Leistungen bei der anhaltenden Aufmerksamkeit, dem Arbeitsgedächtnis und der kognitiven Flexibilität, die in der Gruppe mit bestandenen RTS-Kriterien nach VKBR beobachtet wurden, die Notwendigkeit eines multimodalen Ansatzes in Form von neurokognitiven Untersuchungen in Verbindung mit funktionellen und muskulären Assessments bei der Entscheidungsfindung für RTS.

Literatur

Lang MKH, Mofateh R, Orakifar N et al. Differences in Neurocognitive Functions Between Healthy Controls and Anterior Cruciate Ligament-Reconstructed Male Athletes Who Passed or Failed Return to Sport Criteria: A Preliminary Study. *J Sport Rehabil.* 2023 Apr 25;32(6):645-654.

Wiederherstellung der symmetrischen Kraft und Funktion des Kniegelenks

Symmetrie wohl wichtiger als absolute Muskelkraft des Quadrizeps für RTS

Hintergrund

Personen nach Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands (VKB) haben oft Schwierigkeiten, die Return-to-Sport-Kriterien (RTS) zu erfüllen, wobei die Erfolgsquote bei nur 23% liegt. Die Rehabilitation zielt darauf ab, die symmetrische Kraft und Funktion des Kniegelenks wiederherzustellen, um das Risiko einer zweiten VKB-Verletzung nach dem RTS zu minimieren. Jedoch gibt es immer noch einige Personen, die vor dem RTS keine symmetrische Muskelfunktion wiedererlangen. Zusätzlich gibt es Bedenken hinsichtlich der Verwendung der Symmetrie zwischen den Extremitäten als Outcome und fehlender Berücksichtigung der absoluten Muskelkraft oder der auf das Körpergewicht normierten absoluten Muskelkraft. Ein schwedisches Forscherteam der Universitätsklinik Göteborg ermittelte deshalb innerhalb einer Kohortenstudie, ob und wie sich die absolute Kraft des Quadrizeps und der Hamstrings auf das Risiko einer zweiten VKB-Verletzung auswirkt. Sie untersuchten Personen während der ersten zwei Jahre nach ihrem RTS, die einer VKB-Rekonstruktion erhielten.

Methodik

Die Daten der Personen mit einer ersten VKB-Rekonstruktion und einem Durchschnittsalter von $23,9 \pm 7,7$ Jahren stammten aus einem Rehabilitationsregister („Projekt ACL“). Die Forschenden schlossen 835 Personen (46% Frauen) ein, die vor dem RTS isokinetische Krafttests für den Quadrizeps und die Hamstrings sowie Sprungtests durchgeführt hatten. Die Outcomevariable war eine zweite VKB-Verletzung oder ein Follow-up von zwei Jahren nach dem RTS. Im Durchschnitt kehrten die Personen $10,2 \pm 5,5$ Monate nach der OP zum Sport zurück.

Ergebnisse

Während des Studienzeitraums traten 69 (8,3 %) zweite VKB-Verletzungen (ipsilateral und kontralateral) auf. Eine größere relative Kraft des Quadrizeps im verletzten Bein führte zu einem 1,69-fach erhöhten Risiko einer zweiten VKB-Verletzung. Bei Personen, die eine symmetrische Quadrizepskraft wiedererlangt hatten (Symmetrieindex der Extremitäten $LSI \geq 90$ %), hatte die Quadrizepskraft keinen Einfluss auf das Risiko einer zweiten VKB-Verletzung (1,33-fach). Die Kraft des Quadrizeps auf der gesunden Seite oder die Kraft der Hamstrings, unabhängig von der Seite, hatten keinen Einfluss auf das Risiko einer zweiten VKB-Verletzung.

Diskussion

Weitere multifaktorielle Gründe für eine zweite VKB-Verletzung wurden in der Studie nicht berücksichtigt. Zudem gibt es Bedenken hinsichtlich der Wiederherstellung der Symmetrie nach einer VKB-Rekonstruktion und ob diese durch eine Kraftabnahme im nicht-betroffenen Bein erreicht wird, wodurch eine bilaterale Schwäche verdeckt werden würde. Die Ergebnisse unterstreichen jedoch, wie wichtig es ist, sowohl die präoperative absolute Muskelkraft als auch den Symmetrieindex der Extremitäten (LSI) wiederherzustellen, um das Risiko einer zweiten Verletzung vor dem RTS zu minimieren.

Konklusion

Das Risiko für eine zweite VKB-Verletzung er-

Wie häufig sind persistierende Extensionsdefizite nach VKB-Ruptur und -Rekonstruktion?

1 von 3 Patient*innen weist nach einem Jahr noch mind. 3° Extensionsdefizit auf

Hintergrund

Ein steifes Kniegelenk, das sich entweder in einer Extensions- und/oder Flexionseinschränkung äußert, tritt häufig nach VKB-Ruptur und -Rekonstruktion auf und führt zu schlechteren funktionellen Ergebnissen und einer höheren Arthrose-Inzidenz. Ein Extensionsdefizit wird dabei weniger gut toleriert als ein Flexionsverlust und trägt zu Zyklusläsionen, einer Verschiebung der Drehachse, funktionellen Defiziten und einem erhöhten Risiko für posttraumatische Arthrose bei. Die Ursachen für das Extensionsdefizit sind multifaktoriell und reichen von Narbengewebe in der vorderen interkondylären Notch, Impingement des Transplantats, arthrogener Muskel-

höht sich mit jedem Anstieg der relativen Quadrizepskraft um 1 N-m/kg auf der rekonstruierten Seite. Je stärker der Quadrizeps auf der rekonstruierten Seite ist, desto größer ist das Risiko einer zweiten VKB-Verletzung. Es gab kein erhöhtes Risiko bei Personen, die eine symmetrische Quadrizepskraft wiedererlangt hatten.

Literatur

Simonson R, Piussi R, Högberg J et al. Effect of Quadriceps and Hamstring Strength Relative to Body Weight on Risk of a Second ACL Injury: A Cohort Study of 835 Patients Who Returned to Sport After ACL Reconstruction. *Orthop J Sports Med* 2023; 11 (4): 23259671231157386.

hemmung, Kapsulitis, Arthrofibrose bis hin zu suboptimaler Platzierung oder zu starker Spannung des Transplantats. Knieextensionsdefizite erschweren die Rehabilitation. Wie häufig dies vorkommt, ist jedoch nicht genau definiert. Ziel dieser Übersichtsarbeit war es deshalb, die Inzidenz von Extensionsdefiziten nach VKB-Ruptur und -Rekonstruktion zu ermitteln und prognostische Faktoren zu identifizieren.

Methodik

Australische Forscher*innen führten eine systematische Suche in Medline, Cochrane Library und PEDro durch. Sie screeneten die Artikel und prüften sie anhand vorgegebener Zulassungskriterien auf ihre Eignung. 53 RCTs und Beobachtungsstudien, die den Kniegelenkwinkel, das Extensionsdefizit oder die Inzidenz quantifizierten, wurden eingeschlossen.

Ergebnisse

In die Analyse wurden die Daten von 4.991 Teilnehmenden einbezogen, davon 4.891, die

sich einer VKB-Rekonstruktion unterzogen hatten. Die Nachbeobachtungszeit und der Transplantattyp haben einen signifikanten Einfluss auf die Inzidenz von Extensionsdefiziten. Die Autor*innen schätzen, dass 1 von 3 Patient*innen nach einem Jahr Follow-up ein Extensionsdefizit von mindestens 3° aufweisen, das nach zwei Jahren auf 1 von 4 Patient*innen zurückging.

Diskussion

Limitationen, die sich aus der unzureichenden Standardisierung und Dokumentation der Messmethoden aus den Studien ergeben, sollten berücksichtigt werden. Die Knieextension wurde zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit einer Vielzahl von Messverfahren in einer gemischten Kohorte gemessen, wobei nur unzureichend beschrieben wurde, wie die volle Extension standardisiert wurde.

Konklusion

Die Ergebnisse können Gesundheitsdienstleis-

1.1.2.5 Meniskus

Welches operative Verfahren nach Meniskusrissen?

Partielle Meniskektomie führt im Vergleich zu Meniskusreparatur zu höheren Arthroseraten

Hintergrund

Meniskusrisse sind häufig und nehmen mit dem Alter zu. Die Menisken tragen zur Biomechanik des Kniegelenks bei und sind wichtig für die Stoßdämpfung, die Gelenkstabilität, die Gleitfunktion und die Propriozeption. Meniskusrisse haben unterschiedliche Ätiologie und Ver-

tende als oberen Grenzwert für akzeptable Komplikationsraten nach VKB-Rekonstruktion verwenden. Künftige Arbeiten sollten sich auf das Extensionsdefizit als klinisch relevante Komplikation einer VKB-Verletzung und -Behandlung konzentrieren, wobei die Standardisierung von Definitionen und Messungen sowie ein besseres Verständnis des natürlichen Verlaufs zu berücksichtigen sind.

Literatur

Scholes C, Ektas N, Harrison-Brown M et al. Persistent knee extension deficits are common after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2023; 31 (8): 3172-3185.

letzungsmuster. Man unterscheidet zwischen akuten und degenerativen Rissen. Akute Risse sind in der Regel die Folge von Traumata oder Sportverletzungen. Die Entwicklung degenerativer Risse wird durch zunehmendes Alter, chronische Gelenkinstabilität und Fehlstellungen verursacht. Die häufigsten Rissmuster sind Korbhenkel-, Längs-, Schräg- oder Lappenrisse, horizontale oder radiale Risse, Meniskuswurzel- und komplexe Risse. Die totale oder partielle Meniskektomie galt bisher als Goldstandard. Der dadurch entstehende Funktionsverlust des Meniskus und die veränderte Biomechanik des Kniegelenks sind allerdings nicht unproblematisch.

Methodik

Die Autor*innen der Metaanalyse verglichen

deshalb eine Meniskusreparatur mit einer -resektion bei Personen mit symptomatischen Meniskusrissen im Hinblick auf die von den Patient*innen berichteten Ergebnisse (PROMs), die Gelenkspaltweite und die Rate des Fortschreitens der Arthrose im Röntgen. Sie führten die Analyse anhand der PRISMA-Richtlinien durch. Bis August 2023 griffen sie auf PubMed, Web of Science, Google Scholar und Embase zu und zwei voneinander unabhängige Gutachter führten die Analyse und eine methodische Qualitätsbewertung der eingeschlossenen Studien durch.

Ergebnisse

Es wurden Daten aus 20 Studien mit insgesamt 31.783 Personen gesammelt. Der BMI lag bei circa 28,28 und das Alter bei $37,6 \pm 14$ Jahren. Von der Verletzung bis zur Operation vergingen durchschnittlich $12,1 \pm 10,2$ Monate und die mediale Gelenkspaltweite betrug $4,9 \pm 0,8$ mm. Die Meniskus-Resektionsgruppe wies einen höheren Lysholm-Score (Kniegelenks-Fragebogen) auf. Beim Fragebogen International Knee Documentation Committee (IKDC) wurde kein Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt. Neun Studien berichteten über eine Versagensrate nach durchschnittlich $63,00 \pm 24,7$ Monaten. Es wurde kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen in Bezug auf persistierende Meniskusbeschwerden festgestellt. Sechs Studien berichteten über die Progressionsrate zu einer Knie-TEP bei einer Nachbeobachtungszeit von $48 \pm 14,7$ Monaten. Die Meniskus-Reparaturgruppe wies eine geringere Progressionsrate hinsichtlich Knie-TEPs auf. Sechs Studien berichteten über fortgeschrittene Gonarthrose nach durchschnittlich $48 \pm 14,7$ Monaten. Die Meniskus-Reparaturgruppe wies eine geringere fortgeschrittene Gonarthrose auf. Es wurde kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der Gelenkspaltweite festgestellt.

Diskussion

Die Menisken werden klassischerweise in drei Zonen eingeteilt, die sich in Bezug auf Durchblu-

tung und Stoffwechselaktivität unterscheiden. Risse am inneren Rand weisen aufgrund der avaskulären Natur des Gewebes die geringste Heilungskapazität auf. Obwohl die Entfernung oder Teilresektion des Meniskus bei Rissen in den weniger vaskularisierten Zonen bevorzugt wird, gibt es zunehmend Berichte über erfolgreiche Reparaturen auch in den kritischen Zonen. Diese Erkenntnisse deuten darauf hin, dass eine Reparatur nach Möglichkeit in allen drei Zonen versucht werden sollte. Trotz dieser neuen Erkenntnisse und Kontroversen in der aktuellen Literatur ist eine Teilresektion weiterhin bei komplexen, degenerativen, avaskulären Rissen oder nach Versagen einer früheren Meniskusreparatur indiziert. Eine Limitation der Metaanalyse stellt das Alter der eingeschlossenen Personen ein. Dieses hat nämlich einen erheblichen Einfluss auf die Ätiologie von Meniskusrissen, aber auch auf die Entwicklung von Arthrose. Die meisten Studien schlossen 20-30-Jährige ein. Daten von 40-60-Jährigen oder Älteren wurden in acht Studien berücksichtigt. Dieser Altersunterschied kann zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen. Zudem erreichten nur 16 von 20 der eingeschlossenen Studien die Evidenzklasse III.

Konklusion

Die Meniskusreparatur ist im Vergleich zur partiellen Meniskektomie mit einer geringeren Progression der Gonarthrose nach etwa sechs Jahren Nachbeobachtungszeit verbunden. Es wurde kein Unterschied bei den PROMs und der medialen Gelenkspaltweite festgestellt.

Literatur

Migliorini F, Schäfer L, Bell A et al. Meniscectomy is associated with a higher rate of osteoarthritis compared to meniscal repair following acute tears: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2023; doi: 10.1007/s00167-023-07600-y.

Welche Nachbehandlung nach Reparatur der postero-medialen Meniskuswurzel?

Postoperative Minimal- und Teilbelastung für 4-6 Wochen mit Übergang zur Vollbelastung nach 6-8 Wochen. Bewegungsvorgaben sehr heterogen.

Hintergrund

Postero-mediale Meniskuswurzelrisse, die als radiale Einrisse oder Abrissverletzungen an knöchernen Ansätzen definiert sind, führen zu einer verringerten Kontaktfläche und einem erhöhten Spitzendruck durch einen Verlust der Ringspannung aufgrund einer zirkulären Faserunterbrechung. Der Heilungsmechanismus der Meniskuswurzel unterscheidet sich von dem des Meniskus: Bei der Meniskuswurzel heilen das Knochenbett und der Meniskus zusammen und beim normalen Meniskus kommt es zu einer Abheilung innerhalb des eigentlichen Meniskus. Es ist nach wie vor umstritten, ob nach einer Meniskuswurzelreparatur eine vollständige Einheilung erreicht werden kann. Zudem gibt es bisher keinen Konsens über die Nachbehandlung nach einer Reparatur eines postero-medialen Meniskuswurzelrisses, einschließlich der Frage, wann und wie man Bewegungsübungen (ROM), Gewichtsbelastung, das Tragen einer Schiene und die Rückkehr zum Sport (RTS) durchführen kann. Ziel der Forschenden aus Korea war es deshalb, die Literatur zu diesem Thema systematisch zu überprüfen.

Methodik

Die Autor*innen suchten in den Datenbanken Medline/PubMed, Cochrane Central Register of Controlled Trials und Embase nach Literatur. Sie schlossen 13 Studien ein. Zur Sicherung der Qualität zogen sie den PRISMA-Leitfaden heran. Das Review schloss zwei chirurgische Techniken (Pullout-Repair und Suture-Anker-Repair) ein. Ergebnisse: Von den 12 Studien, die über das

ROM berichteten, wurden Bewegungsübungen in sechs Studien direkt innerhalb von 1-2 Tagen nach der Operation begonnen, in den übrigen Studien nach 2-3 Wochen Immobilisation des Kniegelenks. In zwei Studien wurde empfohlen, am ersten postoperativen Tag mit einer vorsichtigen Teilbelastung zu beginnen und die Gewichtsbelastung bis sechs Wochen postoperativ allmählich zu steigern, während in anderen Studien empfohlen wurde, lediglich die Zehen zu belasten oder 2-6 Wochen postoperativ kein Gewicht auszuüben. In den neun Studien, die über Orthesenversorgung berichteten, wurden die Patient*innen in drei Studien zwei Wochen lang mit einer Schiene immobilisiert, in den übrigen Studien wurde nach einer mehrtägigen Schienenversorgung für 3-6 Wochen eine Orthese mit vollständiger Extension angelegt. Von den sieben Studien, die sich mit dem RTS beschäftigten, wurde in sechs Studien ein RTS nach sechs Monaten und in einer Studie nach 5-7 Monaten erlaubt.

Diskussion

Das Review stützt sich auf Studien mit geringer Aussagekraft. Keine Studie verglich die Ergebnisse in Abhängigkeit von der Rehabilitationsmethode, so dass es schwierig war, ein überlegenes Protokoll und einen Konsens zu finden. Eine schnelle Rehabilitation kann sich negativ auf den Heilungsprozess auswirken, daher sollten Gesundheitsdienstleistende die Nachbehandlung mit Bedacht angehen. Andersherum verringert ein „früheres Nachbehandlungsprotokoll“ das Risiko von Verwachsungen des Narbengewebes und der Einschränkung der Gelenkbeweglichkeit.

Konklusion

Es gab unterschiedliche Nachbehandlungen in Bezug auf ROM, Gewichtsbelastung, Orthesenverwendung und RTS. Konservative Rehabilitationsprotokolle wurden häufiger angewendet, da ROM und Gewichtsbelastung in den meisten analysierten Protokollen während des postoperativen Zeitraums in einem bestimmten Umfang

eingeschränkt wurden.

Literatur

Kim JS, Lee MK, Choi MY et al. Rehabilitation after repair of medial meniscus posterior root tears: A systematic review of the literature. *Clin Orthop Surg* 2023; 15 (5): 740-751.

1.1.2.6 Patella

Welche Übungen machen bei patellofemorale Schmerzen Sinn?

Kein Unterschied zwischen knie- oder hüftgelenksbetonten Übungen

Hintergrund

Patellofemorale Schmerzen (PFP) sind ein häufiges Knieproblem, mit einer Prävalenz von 6 bis 7% bei Jugendlichen und bis zu 13% bei jungen Erwachsenen. Mehr als jeder Zweite mit PFP berichtet über anhaltende Schmerzen, die mit einem häufigen Schmerzmittelkonsum, einem geringeren körperlichen Aktivitätsniveau und einer niedrigen Lebensqualität einhergehen. Die derzeitige Evidenz spricht sich für eine Übungstherapie bei der Behandlung von patellofemorale Schmerzen aus. Es besteht jedoch Unsicherheit über die Wirksamkeit von Hüft- oder Kniegelenkübungen im Vergleich.

Methodik

Dänische Wissenschaftler verglichen deshalb, wie effektiv zwei häufig empfohlene Trainingsprogramme, die entweder auf die Quadrizeps- oder die Hüftgelenksmuskulatur abzielen, bei Personen mit PFP sind. Sie schlossen in ihr RCT 200 Patient*innen mit einer klinischen Diagnose von PFP ein. Die Teilnehmenden wurden nach dem Zufallsprinzip entweder einem 12-wöchigen Quadrizeps- oder einem hüftfokussierten Trainingsprogramm zugewiesen. Das primäre

Ergebnis war die Veränderung der Anterior Knee Pain Skala (AKPS) (0-100). Eine entsprechende Wirksamkeit wurde bei einem Cutoff-Wert von ± 8 Punkten auf der AKPS im Vorhinein definiert. Die wichtigsten sekundären Ergebnisse waren die Subskalen des KOOS-Fragebogens (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score) zu Schmerz, körperlicher Funktion und kniebezogener Lebensqualität.

Ergebnisse

Die Teilnehmenden waren durchschnittlich 27 Jahre alt und 69% waren Frauen. Die Veränderung auf der AKPS betrug 7,6 für die Quadrizeps-Gruppe und 7,0 für die Hüftgelenks-Gruppe. Keines der Programme überschritt somit die Schwelle der minimalen klinisch bedeutsamen Veränderung. Auch bei den sekundären Outcomes erreichte keine der Gruppen die vordefinierten klinisch bedeutsamen Grenzwerte.

Diskussion

Die eher bescheidenen Erfolge, die in dieser und anderen neueren Studien zu Übungen bei PFP beobachtet wurden, werfen die Frage auf, ob Behandlungspläne, die sich auf Kräftigung und biomechanisch bedingte Bewegungsqualität konzentrieren, allein die richtigen Komponenten ansprechen, die zum Schmerzerleben beitragen. Es gibt zunehmend Erkenntnisse, die darauf hindeuten, dass psychologische Aspekte bei PFP eine Rolle spielen könnten. Künftige Studien sollten darauf abzielen, mögliche Patientenmerkmale zu ermitteln, die erfolgreiche Therapieergebnisse prognostizieren. Eine Limit-

ation der Studie ist, dass die Trainingsprogramme zu Hause unter minimaler Aufsicht durchgeführt wurden. Regelmäßige Kontrolle würden die Ausführung und Therapietreue sicherstellen. Dass die Daten zur Einhaltung der Übungen auf Selbstauskünften beruhten, stellt ein weiteres Risiko dar.

Konklusion

Beide 12-wöchigen Trainingsprotokolle verbesserten bei Personen mit PFP die Symptome und Funktion, jedoch erreichte keine der Gruppen die festgelegte Schwelle der klinisch bedeutsamen

Jugendliche mit patellofemorale Schmerzen

Kein unterschiedliches Drehmoment zwischen M. vastus medialis und lateralis

Hintergrund

Patellofemorale Schmerzen manifestieren sich meist peri- oder retropatellar und verstärken sich durch Aktivitäten, die das Gelenk belasten, wie z. B. tiefe Kniebeugen oder wiederholte Flex- und Extension. Ein möglicher Mechanismus ist eine veränderte Kraftverteilung zwischen den Köpfen des M. quadriceps und damit einhergehend eine Patellafehlstellung während der Bewegung. Diese Hypothese konnte bisher jedoch nicht direkt getestet werden, da es derzeit keine nichtinvasiven experimentellen Techniken zur Messung des Drehmoments in vivo beim Menschen gibt. In dieser Studie berücksichtigten die Autor*innen deshalb eine Kombination aus biomechanischen und Muskelaktivierungsmessungen, die es ihnen ermöglichte, den mechanischen Einfluss des M. vastus medialis (VM) und lateralis (VL) auf die Patella abzuschätzen.

minimalen Veränderung. Eine Entscheidungsfindung mit den Patient*innen gemeinsam kann die Versorgung verbessern und wird für die Rehabilitation von PFP empfohlen.

Literatur

Hansen R, Brushøj C, Rathleff MS et al. Quadriceps or hip exercises for patellofemoral pain? A randomised controlled equivalence trial. *Br J Sports Med* 2023; 57 (20): 1287-1294.

Methodik

Die Autor*innen untersuchten in einer Querschnittsstudie, inwieweit sich die Drehmomentverteilung für den VM und VL bei Jugendlichen mit und ohne patellofemorale Schmerzen unterscheidet. Sie maßen eine Reihe von Parametern, die zum Drehmoment beitragen, das während isometrischer Kontraktionen auf die Patella ausgeübt wird, insbesondere den Grad der Aktivierung von VM und VL, die physiologische Querschnittsfläche und den Drehmomentarm (relativ zur Patella). Die Hypothese war, dass der VM im Vergleich zum VL bei Jugendlichen mit patellofemorale Schmerzen weniger zum Knieextensionsdrehmoment beiträgt als bei Kontrollpersonen. Sie schlossen 20 Jugendliche mit patellofemorale Schmerzen und 20 vergleichbare gesunde Kontrollpersonen ein (38 weiblich; Alter $15,3 \pm 1,8$ Jahre). Die Muskelvolumina und Ruhemomente quantifizierten sie anhand von MRT-Bildern und die Fasziellängen ermittelten sie via Ultraschall. Die Muskelaktivierung wurde mit Hilfe von Oberflächen-EMG während submaximaler isometrischer Aufgaben (Wall-Squat und Knieextension im Sitz bei 60° Flexion) bestimmt. Das Muskeldrehmoment berechneten sie als Produkt aus physiologischer Muskelquerschnittsfläche (d. h. Muskelvolumen/Fasziellänge), Muskelaktivierung (norma-

lisiert auf die maximale Aktivierung) und Hebelarm.

Ergebnisse

Über alle isometrischen Übungen und Kraftniveaus hinweg betrug der relative Beitrag des VM zum gesamten medialen und lateralen Vasti-Drehmoment $31\% \pm 8,6\%$ bei den Kontrollpersonen und $31,5\% \pm 7,6\%$ bei den Jugendlichen mit patellofemorale Schmerzen. Im Gegensatz zu früheren indirekten Ansätzen, bei denen die Muskelkraft allein aus EMG abgeleitet wurde, berücksichtigt diese Studie mehrere Parameter, die sich auf die Drehmomenterzeugung auswirken (Muskelaktivierung, physiologischer Querschnitt und Hebelarme). Mit diesem Ansatz konnten die Forschenden nachweisen, dass der VL bei isometrischen Kontraktionen ein größeres Drehmoment erzeugt als der VM, aber dass sich dieses Ungleichgewicht nicht zwischen Personen mit und ohne patellofemorale Schmerzen unterscheidet.

Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden die Parameter lediglich bei isometrischer Knieextension (in

1.1.3 Sprung- und Fußgelenke

1.1.3.1 Achillessehne

Beim Laufen wirkt bis zu 7,7-faches Körpergewicht

Belastungen und Kraft auf die Achillessehne

Hintergrund

Die Achillessehne kann bei sportlichen Aktivitäten erheblichen Belastungen ausgesetzt

60° Knieflexion) untersucht. Eine Patellafehlstellung ist jedoch bei kleineren Winkeln (zwischen 10°-30° Knieflex) am deutlichsten. Es wäre also möglich, dass die Kraftverteilung bei kleineren Winkeln anders verteilt ist. Die Ergebnisse sind zudem nicht auf Erwachsene übertragbar. Bei Jugendlichen beginnen die Schmerzen in einer Zeit des schnellen Knochenwachstums und der neuromuskulären Anpassung.

Konklusion

Für die in dieser Studie untersuchten isometrischen Kniextensions-Übungen und -Positionen fanden die Autor*innen keine Hinweise auf ein geringeres VM-Drehmoment (relativ zum VL) bei Jugendlichen mit patellofemorale Schmerzen im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe.

Literatur

Crouzier M, Hug F, Sheehan FT et al. Neuromechanical Properties of the Vastus Medialis and Vastus Lateralis in Adolescents With Patellofemoral Pain. *Orthop J Sports Med* 2023; 11 (6): 23259671231155894.

sein. Die Achillessehnentendinopathie, die als "anhaltender Sehnenschmerz und Funktionsverlust bei mechanischer Belastung" definiert wird, ist eine sehr häufige Pathologie sowohl bei Spitzen- als auch bei Freizeitsportler*innen, tritt aber auch bei „Bewegungsmuffeln“ auf. Von allen in Betracht kommenden Ansätzen hat sich die übungsbasierte Rehabilitation als die wirksamste erwiesen. Bei der Erstellung eines Präventions- oder Rehabilitationsprotokolls ist die mechanische Belastung einer der Schlüsselfaktoren, der berücksichtigt werden muss. Dies setzt voraus, dass die Achillessehnenbelastung bei Übungen auch genau bestimmt werden kann. Die Auswahl der angemessenen Belastung ist daher von großer Bedeutung, um strukturelle Veränderungen zu bewirken, die die

Widerstandsfähigkeit und Funktion der Sehne verbessern, was den Heilungsprozess fördert.

Methodik

Die Autor*innen führten ein systematisches Review durch. Sie suchten in den Datenbanken PubMed, Embase und Cochrane nach Artikeln und schlossen elf Studien ein, die die Belastung der Achillessehne in Newton im Verhältnis zum Körpergewicht bei gesunden Personen während Aktivitäten oder Übungen beurteilten. Die meisten der eingeschlossenen Studien untersuchten die Achillessehnenbelastung beim Laufen oder Gehen (n=10) und nur drei der Studien untersuchten Übungen, die während der Rehabilitation angewandt werden.

Ergebnisse

Anhand der gesammelten Daten arbeiteten die Wissenschaftler*innen eine Abfolge von Übungen, die die Achillessehne progressiv belasten, sowie die möglichen Zusammenhänge mit Geh- und Laufaktivitäten heraus. Die Sehnenbelastung reichte vom 2,7-3,95-fachen des Körpergewichts beim Gehen, 4,15-7,71-fachen des Körpergewichts beim Laufen und von 0,41-7,3-fachen des Körpergewichts in Abhängigkeit von der durchgeführten Kräftigungsübung. Es scheint sich also ein Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Belastung beim Gehen und Laufen abzuzeichnen.

Die Übungen wurden anhand der Belastung beim Gehen und Laufen in drei Gruppen eingeteilt: (1) Die erste Gruppe umfasst Übungen, die eine geringere Sehnenbelastung als das Gehen aufweisen, und kann in zwei Subgruppen unterteilt werden: (1a) einfache Übungen mit sehr geringer Belastung der Achillessehne (<1,5-fachen des Körpergewichts), wie z. B. Fersenheben im Sitzen (bis 125% des Körpergewichts) und Kniebeugen, und (b) anspruchsvollere Übungen mit einer Sehnenbelastung von mehr als dem 1,5-fachen des Körpergewichts, wie z. B. asymmetrische Übungen (Step-ups und -downs, Ausfallschritte), Fersenheben im Sitzen mit einem Bein bei 150% des Körpergewichts und beid-

beiniges Fersenheben im Stand. Mit Ausnahme der Step-downs wird bei den asymmetrischen Übungen zuerst das vordere und dann das hintere Bein beansprucht, wobei letzteres eine größere Kraft auf die Achillessehne ausübt.

(2) Die zweite Gruppe umfasst Übungen, die die Sehne mit dem 2,9 – 4-fachen des Körpergewichts belasten, was der Belastung beim Gehen mit einer Geschwindigkeit von 1-2 m/s (=3,6-7,2 km/h) entspricht. Nach und nach werden beidbeinige plyometrische Aufgaben integriert, und die für die Achillessehne am stärksten belastenden asymmetrischen Übungen sowie einbeiniges Fersenheben im Stand mit einer zusätzlichen Belastung von 0% bis 8-15% des Körpergewichts können ebenfalls eingeführt werden. Oberflächlich betrachtet mag es paradox erscheinen, dass das Gehen die Achillessehne stärker beansprucht als die Übungen der Gruppe 1 und insbesondere der Gruppe 2. Die Spitzenbelastung der Achillessehne wird jedoch in der späten Standphase des Gangs erreicht, das heißt, wenn sich das Sprunggelenk in Plantarflexion befindet. Keine der Übungen der Gruppen 1 und 2 reproduziert diese Position, die eher derjenigen beim einbeinigen Fersenheben im Stand ähnelt. Es erscheint daher logisch, dass die Belastung der Sehne beim Gehen und beim einbeinigen Fersenheben ähnlich ist und, dass die Übungen, die die Sehne weniger stark belasten als letztere, auch weniger anstrengend sind als das Gehen.

(3) Die letzte Phase besteht aus Übungen, die es der Sehne ermöglichen, eine gleichwertige Kraft wie beim Laufen zu entwickeln. Dazu gehören einbeiniges stehendes Fersenheben mit einer Belastung von mindestens 125% des Körpergewichts sowie anspruchsvollere plyometrische Bewegungen (Hüpfen, einbeinige Sprünge). Die beim Laufen entstehende Achillessehnenbelastung beginnt bei etwa dem 4 – fachen Körpergewicht, was vergleichbar ist mit der Durchführung eines unbelasteten einbeinigen Rebounds oder einer Fersenhebung mit 125% des Körpergewichts. Die höchsten Belastungen von über 7-fachem des Körpergewichts wurden bei Geschwindigkeiten von annähernd 6 m/s (=21,6 km/h) beobachtet und sind ver-

gleichbar mit der Belastung, die beim Seitwärts- und Vorwärtssprung entsteht.

Ausgehend von den aufgezeigten Zusammenhängen geht man davon aus, dass Personen mit Achillessehnentendinopathien das Laufen wieder aufnehmen können, wenn die Übungen der ersten beiden Gruppen möglich und schmerzfrei sind. Diese Hypothese muss jedoch noch durch zukünftige Untersuchungen bestätigt werden.

Diskussion

Die von den Teilnehmenden ausgeübten Tätigkeiten und Baselinedaten waren sehr heterogen, was die Zusammenfassung der Daten erschwerte. Die geringe externe Validität von drei Studien schränkt zusätzlich die Generalisierbarkeit der Ergebnisse ein. Und obwohl die gesammelten Daten einen Zusammenhang zwischen der Laufgeschwindigkeit und der Sehnenbelastung erkennen lassen (beide Parameter nehmen gleichzeitig zu), zeigen sich hier einige Ungeheimheiten: Die Korrelation ist nicht linear und die Sehnenbelastung sinkt mehrmals mit zunehmender Geschwindigkeit. Das Fehlen eines klar definierten nicht invasiven Goldstandards für die Bewertung der Achillessehnenbelastung, führt zu Schwierigkeiten bei der Beurteilung der

1.2 Obere Extremität

1.2.1 Schultergelenk

1.2.1.1 Allgemein

Was tun bei „Kalkschulter“?

Derzeitige Annahme, dass operative Kalkentfernung zu Symptomlinderung führt, gilt es zu hinterfragen

Hintergrund

Die Tendinosis calcarea der Schulter ist durch Ablagerung von Calciumhydroxylapatit-Kristallen

mit den verschiedenen Methoden erzielten Werte.

Konklusion

Um ihre Wirksamkeit zu verbessern, müssen die Rehabilitationsprotokolle (wie auch die Präventionsprogramme) auf objektiven Daten wie der auf die Sehne ausgeübten Belastung aufbauen. Durch die Integration und den Vergleich von Daten aus Gehen, Laufen und Übungen, die nicht nur mit dem Körpergewicht, sondern auch mit einer zusätzlichen Belastung durchgeführt werden, bietet dieses Review eine dreistufige Progression aus (1) Leitlinien für die progressive Achillessehnenbelastung, (2) Verbindungen zwischen den verschiedenen Übungsformen und (3) Indikationen, wann mit den anspruchsvollsten Übungen wie Laufen oder Springen begonnen werden sollte.

Literatur

Demangeot Y, Whiteley R, Gremeaux V et al. The load borne by the Achilles tendon during exercise: A systematic review of normative values. *Scand J Med Sci Sports* 2023; 33 (2): 110-126.

im sehnigen Teil der Rotatorenmanschette gekennzeichnet. Es wurde eine Prävalenz von bis zu 7,8% bei asymptomatischen Schultern und bis zu 42,5% bei symptomatischen Schultern festgestellt. Aktuelle Theorien zufolge werden die Schmerzen durch eine Sehnenentzündung an der Peripherie der Ablagerung, durch eine Erhöhung des intratendinösen Drucks oder durch ein Impingement der Ablagerung unter dem Akromion verursacht. Die Ursache ist unbekannt; es wurden verschiedene Theorien vorgeschlagen, darunter Überlastung, lokale Ischämie, Metaplasie der Tenozyten, Fehldifferenzierung von Stammzellen und genetische Veranlagung. Die Tendinosis calcarea verläuft zyklisch und häufig selbstlimitierend. In vielen Fällen endet der Zyklus mit einer spontanen Resorption der Ablage-

rungen und einer Schmerzlinderung nach einigen Monaten. Der individuelle Krankheitsverlauf ist jedoch nicht vorhersehbar und verzögerte Verläufe sind keine Seltenheit. Obwohl der primäre Behandlungsansatz symptomlindernd und nicht-operativ sein sollte (durch Medikamente und Physiotherapie) hat in den letzten Jahren die ultraschallgesteuerte Lavage (=Gelenkspülung) in Verbindung mit einer Steroidinjektion zunehmend an Popularität gewonnen.

Methodik

Norwegische Forscher*innen führten eine dreiarmsige, parallele, doppelblinde, scheinkontrollierte, randomisierte Überlegenheitsstudie mit wiederholten Messungen über 24 Monate durch. Dafür rekrutieren sie aus sechs Krankenhäusern in Norwegen und Schweden 218 Erwachsene mit Tendinosis calcarea der Schulter, die seit mindestens drei Monaten bestand. Diese teilten sie in folgende Gruppen ein:

- Lavage- und Steroid-Gruppe: Ultraschall gesteuerte Lavage plus subakromiale Injektion von 20 mg Triamcinolonacetonid (=Kortison) und 9 ml 1%igem Lidocainhydrochlorid (=Lokalanästhetikum)
- Schein-Lavage- und Steroid-Gruppe: Schein-Lavage plus subakromiale Injektion von 20 mg Triamcinolonacetonid und 9 ml 1%igem Lidocainhydrochlorid
- Scheinbehandlungs-Gruppe: Schein-Lavage plus subakromiale Injektion von 10ml 1%igem Lidocainhydrochlorid

Alle Teilnehmenden erhielten im Nachgang ein physiotherapeutisches Behandlungsprogramm, das aus vier Heimübungen bestand.

Ergebnisse

Die Unterschiede zwischen den Gruppen beim Oxford Shoulder Score waren nach vier Monaten nicht signifikant: Lavage+Steroid gegenüber Scheinbehandlung +0,2; Schein-Lavage+Ste-

roid gegenüber Scheinbehandlung +2; Lavage+Steroid gegenüber Schein-Lavage+Steroid -1,8. Der fehlende Nutzen beider Behandlungsmethoden wird auch durch die große Zahl der Personen (n=143) unterstrichen, die zwischen vier und 24 Monaten nach der Studie eine weitere Behandlung benötigten. Nach 24 Monaten war keines der Studienverfahren der Scheinbehandlung überlegen. Es wurden keine schwerwiegenden Nebenwirkungen gemeldet.

Diskussion

Die Ergebnisse der Studie stehen im Widerspruch zur bestehenden Literatur und stellen die Verwendung der ultraschallgesteuerten Lavage als Behandlungsmaßnahme bei Tendinosis calcarea der Schulter in Frage. Die bisherigen Behandlungsempfehlungen beruhen hauptsächlich auf Fallstudien, welche die Wirksamkeit der ultraschallgesteuerten Lavage möglicherweise überbewerten. Diese Studie liefert eher eine realistischere Einschätzung der tatsächlichen Wirksamkeit dieser häufig eingesetzten Maßnahme. Sie hat aber auch ihre Limitationen, denn ohne eine Gruppe ohne Behandlung kann die Rolle des echten Placebo-Effekts nicht von der Placebo-Reaktion getrennt werden. Der spezifische Einfluss des natürlichen Verlaufs und einer begleitenden Physiotherapie wäre zusätzlich interessant gewesen.

Konklusion

Bei Personen mit einer Tendinopathie der Rotatorenmanschette mit Kalkablagerungen in der Schulter stellten die Forschenden keinen Unterschied zwischen einer ultraschallgesteuerten Lavage mit Kortikosteroidinjektion oder einer Schein-Lavage mit Kortikosteroidinjektion im Vergleich zu einer Scheinbehandlung fest. Daher kann die Lavage plus Steroidinjektion nicht empfohlen werden.

Literatur

Moosmayer S, Ekeberg OM, Hallgren HB et al. *Ultrasound guided lavage with corticosteroid in-*

jection versus sham lavage with and without corticosteroid injection for calcific tendinopathy of shoulder: randomised double blinded multi-arm study. *BMJ* 2023; 383: e076447.

Anpassungspathologien bei Wurfsporler*innen

Neue Einblicke in körperliche Befunde und Bildgebung

Hintergrund

Die Auswirkungen des Wurfsporls auf Schulter und Ellenbogen wurden in letzter Zeit intensiv untersucht. Die Mechanismen, die der Entstehung von Schulter- und Ellenbogenpathologien zugrunde liegen, sind heute weitgehend verstanden und die Behandlungsansätze haben sich verbessert. Man hat erkannt, dass man für hohe Wurfgeschwindigkeiten bestimmte Winkel oder Körper- und Armpositionen erreichen muss, um den Wurf zu optimieren und um Verletzungen vorzubeugen. Viele operativ behandelte Athlet*innen sind jedoch nicht in der Lage, wieder mit dem Werfen zu beginnen, auch wenn die anatomische Wiederherstellung der vorliegenden Pathologie weitgehend gewährleistet wurde. Das Werfen mit hohen Geschwindigkeiten erfordert eine extreme glenohumerale Außenrotation (ARO) des abduzierten Arms, bei der besonders hohe Kräfte auf den Körper einwirken. Repetitives Werfen führt zu einem knöchernen Umbau des Humerus, des Glenoids und des Ellenbogens im dominanten Arm sowie zu zahlreichen Weichteilveränderungen, die als abnormal angesehen werden. Viele dieser Merkmale sind vermutlich jedoch eher eine Anpassung und wirken schützend.

Methodik

Der amerikanische Forscher John Kuhn aus Nashville hatte deshalb folgende Ziele in sei-

nem narrativen Review:

- Das Konzept der Anpassungspathologie zu erläutern.
- Die Mechanik der Wurfbewegung zu beschreiben.
- Befunde der körperlichen Untersuchung und der Bildgebung bei asymptomatischen Schultern und Ellenbogen zu betrachten und zu zeigen, wie sich diese Veränderungen entwickeln und adaptiv sein können, sodass man hohe Leistungen erbringen kann.
- Die Grundsätze der chirurgischen Versorgung von Wurfsporler*innen zu erläutern, die sich auf die Symptomlinderung konzentrieren sollte, jedoch nicht unbedingt auf die Wiederherstellung der normalen Anatomie der betroffenen Schulter.

Ergebnisse

Unter Anpassungspathologie versteht man, dass die "abnormalen" Befunde, die bei der körperlichen Untersuchung oder bei der Bildgebung festgestellt werden (wie partielle Rotatorenmanschettenrupturen, Labrumläsionen oder knöchernen Veränderungen), das Ergebnis repetitiven Werfens sind und dass viele dieser „Abnormalitäten“ nicht behandelt werden müssen, sondern es den Werfer*innen ermöglicht, Höchstleistungen zu vollbringen. Die späte Ausholphase („late cocking phase“) des Wurfs ist zum Beispiel durch extreme Positionen der Schulter-ARO ($165^\circ \pm 11^\circ$) gekennzeichnet und korreliert mit der Ballgeschwindigkeit.

- Bewegungsausmaß: Der dominante Arm weist im Seitenvergleich mehr ARO und weniger IRO auf. Das gesam-

te Bewegungsausmaß (ROM) scheint bei asymptomatischen Werfer*innen aber dasselbe wie beim nicht-dominanten Arm zu sein, verlagert sich jedoch um etwa 13° - 15° in Richtung ARO (Retrotorsion). Außerdem ist der „Verlust“ der endgradigen Ellbogenextension bei Wurfsporler*innen sehr häufig und eher als Anpassungspathologie, um das Lig. collaterale ulnare zu schützen, welches intensiven Valgus-Belastungen ausgesetzt ist, anzusehen.

- GIRD: Einige Studien definieren zwei Arten des glenohumeralen Innenrotationsdefizits (=GIRD). Zum einen die anatomische (aGIRD), die bei Werfer*innen normal ist und durch ein symmetrisches gesamtes ROM und einen Verlust der IRO von weniger als 18 - 20° gekennzeichnet ist und zum anderen die pathologische (pGIRD), die durch einen Verlust der IRO von mehr als 18 - 20° und einen Verlust des gesamten ROM im dominanten Arm von mehr als 5° gekennzeichnet ist.
- glenohumerale Translation: Der dominante Arm asymptomatischer Werfer*innen weist im Seitenvergleich eine erhöhte inferiore Translation (gemessen durch das Sulcus-Zeichen), aber keine erhöhte anteriore oder posteriore Translation auf.
- Eine Skapuladyskinesie ist bei der körperlichen Untersuchung von asymptomatischen Werfer*innen häufig zu beobachten. Eine Skapuladyskinesie, die vor der Saison festgestellt wurde, scheint nicht in Zusammenhang mit einer späteren Verletzung der oberen Extremität beim Werfen zu stehen.
- Muskelkraft: Der dominante Arm asymptomatischer Werfer*innen zeigt bei der ARO eine stärkere Aktivierung des M. infraspinatus und des M. trapezius ascendens, bei der IRO eine stärkere Aktivierung des M. teres major und des M. latissimus dorsi und bei der Adduktion eine stärkere Muskelaktivierung des M. pectoralis major. Der lange Kopf

des M. biceps brachii spielt eine wichtige Rolle als „Weichteilbremse“ bei der ARO des abduzierten Arms.

- Bildgebende Befunde: Röntgenaufnahmen bei asymptomatischen jugendlichen Werfer*innen zeigen bei etwa 40% des dominanten Arms abnorm erscheinende proximale Oberarmknochen und 35% haben Anomalien am Ellenbogen. Eine Verdickung der posterioren glenohumeralen Kapsel wird ebenfalls häufig im Ultraschall festgestellt. Interessanterweise weisen Leistungsporler*innen mehr MRT-Anomalien auf, darunter Ödeme, partielle Rupturen der Rotatorenmanschette, Labrumläsionen und subakromiale Bursitiden. Von den Little-League-Spieler*innen, die in die All-Star-Mannschaft aufgenommen wurden, wiesen 81,3% abnormale MRT-Befunde auf, verglichen mit nur 14,3% der nicht aufgenommenen Spieler*innen. Es hat sich zudem gezeigt, dass die Retroversion des Glenoids im dominanten Arm asymptomatischer Werfer*innen um 3-4% verstärkt ist. Eine stärkere Retrotorsion des Humerus ist wichtig, um die Wurfgeschwindigkeit zu erhöhen. Allerdings sind SLAP-Läsionen, die eine OP erfordern, bei Spielenden, die keine Glenoid-Retroversion entwickelt haben, häufiger. Dieser Befund könnte also eine schützende adaptive Veränderung sein.

Diskussion

Narrative Reviews sind am besten geeignet, um eine breite Perspektive auf ein Thema zu erhalten und eher mit einem Buchkapitel vergleichbar, als mit einer Studie. Bei der Bewertung solcher Artikel ist zu beachten, dass der Autor voreingenommen sein kann, aber nicht sein muss.

Konklusion

Es scheint, dass die operative Wiederherstellung der normalen Anatomie die Fähigkeit von Wurfsporler*innen einschränkt, in den Sport zurückzukehren oder die präoperative Leistung zu erreichen. Das Ziel der Behandlung sollte deshalb konservativ sein. Doch eine OP zur „Rettung der Karriere“ erforderlich ist, besteht das Ziel nicht darin, die normale Anatomie wiederherzustellen, sondern die Pathologie so anzugehen, dass eine Schmerzlinderung erreicht

Best-Practice-Rehabilitation für Schultergelenksverletzungen

Nach welchen Kriterien sollte über die Rückkehr zum Sport entschieden werden?

Hintergrund

Sowohl Profi- als auch Amateursportler*innen sind gleichermaßen von Schultergelenksverletzungen betroffen. Schulterschmerzen beeinträchtigen die Leistung, das Training und das tägliche Leben der Athlet*innen. Es fehlt an fundierter Evidenz, um Entscheidungen über die Rehabilitation und die Rückkehr in den Sport (RTS) zu erleichtern. Die Athlete Shoulder Consensus Group wurde deshalb einberufen, um einen Konsensprozess zu leiten, der darauf abzielte, einen Leitfaden für Kliniker*innen zum Umgang mit Schultergelenksverletzungen im Sport zu erstellen.

Methodik

Der Konsens wurde in einem zweistufigen Delphi-Verfahren und bei einem persönlichen Treffen erarbeitet. Es waren mehr als 40 internationale Fachleute beteiligt.

wird und die Werfer*innen dennoch die maximale Außenrotationsposition erreichen können, die für einen schnellkräftigen Wurf (der hohe Geschwindigkeiten erreichen soll) erforderlich ist.

Literatur

Kuhn JE. Adaptive Pathology: New Insights into the Physical Examination and Imaging of the Thrower's Shoulder and Elbow. *J Shoulder Elbow Surg* 2023; (23): 00631-6.

Ergebnisse

- 1.) Abschnitt 1: Vorbeugen ist besser als heilen - Umgang mit Verletzungsrisiken
 - a. Programme und Übungen zur Verletzungsprävention sind für Sportler*innen aller Leistungsklassen geeignet, um Schultergelenksverletzungen vorzubeugen.
 - b. Dies sollte mindestens zweimal wöchentlich stattfinden, um sicherzustellen, dass alle Sportler*innen die minimale Dosis erhalten.
- 2.) Abschnitt 2: Umgang mit schultergelenkspezifischen Belastungen
 - a. Das Gleichgewicht zwischen Belastbarkeit und Belastung spielt eine wichtige Rolle beim Management von Verletzungsrisiken, in der Rehabilitation, beim RTS und bei der Leistungssteigerung.
 - b. Um eine Einschätzung der Belastung zu erhalten, sollten die Anzahl der Wiederholungen (z.B. Würfe), die Intensität der Belastung pro Wiederholung (z.B. Wurfgeschwindigkeit) und die Verteilung der Belastung auf die Gewebestrukturen pro Wiederholung (z.B. Art des Wurfs) berücksichtigt werden.
 - c. Die Belastung (schulter spezifische Belastung und Gesamtbelastung

der Athlet*innen) sollte mindestens wöchentlich überwacht werden, wobei die Daten sowohl vom Trainerteam als auch von den einzelnen Athlet*innen erfasst wird.

- 3.) Abschnitt 3: Der Weg zur Genesung - Schlüsselprinzipien für eine hochwertige Rehabilitation nach Schultergelenksverletzung
 - a. Eine gewebespezifische Einbeziehung kann in Betracht gezogen werden, aber die patho-anatomische Diagnose sollte nicht die Rehabilitation des Schultergelenks bestimmen.
 - b. Es gibt keine bestimmte Reihenfolge, wann die kinetische Kette miteinbezogen, die Skapula-Kinematik gefördert oder die Rotatorenmanschette gestärkt werden sollte. Stattdessen sollten diese Strategien parallel angewandt werden. Die Struktur und der Zeitplan des Rehabilitationsprogramms hängen von den Faktoren Schmerz, Schwäche und Irritierbarkeit der Funktionsstörung ab.
 - c. Sowohl GIRD (Glenohumeral Internal Rotation Deficit) als auch ERG (External Rotation Gain) sind physiologische Gewebereaktionen. Es gibt keine Belege für eine klare Unterscheidung zwischen physiologischer und pathologischer Anpassung.
 - d. Eine vermehrte Außenrotation ist zwar eine normale Anpassung, sollte aber durch aktive Bewegungstherapien gesteuert werden (um sicherzustellen, dass Sportler*innen mit dem zusätzlichen Gelenkbereich zurechtkommen), um zukünftige Verletzungen zu vermeiden.
 - e. Die Skapula sollte als Teil eines ganzheitlichen Rehabilitationsansatzes betrachtet werden, z. B. durch Kräftigung der kinetischen Kette.
 - f. Die Auswirkung der Skapuladyskinesie auf die Leistungsfähigkeit ist unklar.
 - g. Übungen für die offene und ge-
- 4.) Abschnitt 4: RTS-Entscheidungen
 - a. Mithilfe einer Reihe von sport-spezifischen Tests soll festgestellt werden, wann Sportler*innen wieder uneingeschränkt am Sport teilnehmen können ([Video 11-18](#)).
 - b. Überkopf-/Wurfsporler*innen können im (vereinfachten) Trainingsbetrieb Schmerzen haben, sollten aber schmerzfrei sein, wenn sie versuchen, wieder auf ihrem vorherigen Leistungsniveau zu spielen.
 - c. Kontaksporler*innen können unter kontrollierten Bedingungen mit Schmerzen in einen vereinfachten Trainingsbetrieb zurückkehren, sollten aber schmerzfrei sein, bevor eine RTS oder eine Rückkehr in den Sport und zur Höchstleistung angestrebt wird.
 - d. Überkopf-/Wurfsporler*innen benötigen vor der Rückkehr zum Trainingsbetrieb kein vollständiges ROM, doch sollte das volle ROM vor dem RTS wiederhergestellt sein.
 - e. Die ARO/IRO-Kraftverhältnisse sind in Überkopf-/Wurfsporarten wichtig, sollten aber nicht isoliert betrachtet werden. Zur Bestimmung der funktionellen Schulterkapazität müssen auch die absoluten Kraftwerte berücksichtigt werden.

schlossene Kette sollten in ein Rehabilitationsprogramm für Überkopf-/Wurf- und Kontaksporler*innen aufgenommen werden.

h. Plyometrische Übungen sollten zu Beginn eines Rehabilitationsprogramms für das Schultergelenk durchgeführt werden, sowohl bei Wurf- als auch bei Kontaksporarten.

i. Tests und Assessments richten sich nach den spezifischen Beeinträchtigungen der Athlet*innen und sollten mindestens einmal pro Woche durchgeführt werden.

- 4.) Abschnitt 4: RTS-Entscheidungen
 - a. Mithilfe einer Reihe von sport-spezifischen Tests soll festgestellt werden, wann Sportler*innen wieder uneingeschränkt am Sport teilnehmen können ([Video 11-18](#)).
 - b. Überkopf-/Wurfsporler*innen können im (vereinfachten) Trainingsbetrieb Schmerzen haben, sollten aber schmerzfrei sein, wenn sie versuchen, wieder auf ihrem vorherigen Leistungsniveau zu spielen.
 - c. Kontaksporler*innen können unter kontrollierten Bedingungen mit Schmerzen in einen vereinfachten Trainingsbetrieb zurückkehren, sollten aber schmerzfrei sein, bevor eine RTS oder eine Rückkehr in den Sport und zur Höchstleistung angestrebt wird.
 - d. Überkopf-/Wurfsporler*innen benötigen vor der Rückkehr zum Trainingsbetrieb kein vollständiges ROM, doch sollte das volle ROM vor dem RTS wiederhergestellt sein.
 - e. Die ARO/IRO-Kraftverhältnisse sind in Überkopf-/Wurfsporarten wichtig, sollten aber nicht isoliert betrachtet werden. Zur Bestimmung der funktionellen Schulterkapazität müssen auch die absoluten Kraftwerte berücksichtigt werden.

Diskussion

Das Thema Edukation wurde weder in den Delphi-Runden noch bei dem persönlichen Treffen explizit diskutiert. Vieles von dem, was die Autor*innen jedoch dargelegt haben, deutet implizit auf die Notwendigkeit von Edukation hin (z. B. beim Belastungsmanagement). Edukation ist ein wichtiger Aspekt während des RTS-Prozesses. Außerdem beruhen die Empfehlungen der Konsenserklärung in erster Linie auf Expertenmeinungen –dies gilt es zu beachten.

Konklusion

Die Konsenserklärung bietet einen Leitfaden für das Belastungs- und Risikomanagement, die

1.2.1.2 Rotatorenman-schette

Welchen Einfluss hat die Ätiologie der Rotatorenmanschettenruptur auf postoperative Ergebnisse?

Kein Unterschied zwischen traumatischer und atraumatischer RM-Ruptur nach chirurgischer Versorgung in jüngerer Kohorte

Hintergrund

Rupturen der Rotatorenmanschette (RM) bei Personen unter 50 Jahren sind entweder auf ein entsprechendes Trauma zurückzuführen oder treten als nichttraumatische Ruptur infolge beruflicher oder sportlicher Überbeanspruchung auf. Die Auswirkungen dieser unterschiedlichen Mechanismen auf das postoperative funktionelle Ergebnis und die Sehnenheilung sind noch nicht vollständig untersucht worden. Daher war es das Ziel dieser Studie, den Einfluss der Ätio-

Rehabilitation von Sportler*innen im Schulterbereich und die Entscheidungsfindung während des Prozesses des RTS. Diese Erklärung soll Kliniker*innen die Flexibilität bieten, prinzipienbasierte Ansätze für das Management des RTS-Prozesses in einer Vielzahl von Sportarten anzuwenden.

Literatur

Schwank A, Blazey P, Asker M et al. 2022 Bern Consensus Statement on Shoulder Injury Prevention, Rehabilitation, and Return to Sport for Athletes at All Participation Levels. *J Orthop Sports Phys Ther* 2022; 52 (1): 11-28.

logie von (antero-)superioren RM-Rupturen auf das postoperative Ergebnis und die Heilungsrate nach arthroskopischer RM-Reparatur in einer „jungen“ Patientenpopulation zu untersuchen.

Methodik

Die Forschenden schlossen in ihre retrospektive Kohortenstudie die Daten von 41 Personen unter 50 Jahren ein, die wegen einer antero-superioren RM-Ruptur arthroskopisch operiert wurden und bei denen eine Nachbeobachtungszeit von mindestens 24 Monaten vorlag. Revisionsoperationen oder rekonstruktive Begleiteingriffe mit Ausnahme der langen Biceps-Tenodese wurden ausgeschlossen. Die Teilnehmenden wurden entsprechend der Ätiologie ihrer RM-Ruptur (traumatisch oder nicht traumatisch) in zwei Gruppen eingeteilt.

Ergebnisse

Die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit betrug 55,6 Monate (24 – 158 Monate). Die Outcomeparameter unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Gruppen. Kraftmessungen des M. supraspinatus ergaben eine signifi-

kant geringere Kraft auf der betroffenen Seite im Vergleich zur kontralateralen Seite, unabhängig von der Ätiologie. Die Reruptur-Häufigkeit war in beiden Gruppen ähnlich (37,5% vs. 33,3%). Die Sehnenintegrität bei der Nachuntersuchung war nicht aussagekräftig für bessere Werte oder Kraft.

Diskussion

Es handelte sich um eine retrospektive Analyse, sodass ein Risiko der Verzerrung aufgrund ungleicher Zusammensetzung der Gruppen besteht. Möglicherweise wäre eine längere Nachbeobachtung erforderlich gewesen, um signifikante Unterschiede zwischen verheilten und nicht verheilten Sehnen festzustellen, da die Kompensationsmechanismen bei dieser mittelfristigen Nachbeobachtung noch ausreichend gewesen sein könnten. Zudem gab es keine konservative Kontrollgruppe.

Konklusion

Die chirurgische Versorgung sowohl traumati-

Richtiger Behandlungsansatz für richtige Patientengruppe zur richtigen Zeit

Einteilung in Subgruppen bei Tendinopathien der Rotatorenmanschette

Hintergrund

Die Tendinopathie der Rotatorenmanschette ist eine häufige Ursache für wiederkehrende Schulterschmerzen. Der Begriff "Tendinopathie" bezeichnet anhaltende Sehnenschmerzen, die mit einem Funktionsverlust der Schulter einhergehen. Krafttraining ist eine der wichtigsten empfohlenen Maßnahmen, jedoch ist die Non-Res-

ponder als auch atraumatischer RM-Rupturen führt bei Personen unter 50 Jahren zu guten klinischen Ergebnissen. Die Ätiologie der RM-Ruptur hatte keinen signifikanten Einfluss auf das postoperative Ergebnis oder die Heilungsrate. Bei etwa einem Drittel der Patient*innen kam es postoperativ zu einer Reruptur, die jedoch keinen Einfluss auf das mittelfristige Ergebnis hatte.

Literatur

Themessl A, Wagner T, Rupp MC et al. "Functional outcomes and MRI-based tendon healing after (antero-) superior rotator cuff repair among patients under 50 years: retrospective analysis of traumatic versus non-traumatic rotator cuff tears". *BMC Musculoskelet Disord* 2023; 24 (1): 52.

ponse-Rate ausgesprochen hoch. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass Übungen allein nur einige der Faktoren ansprechen, die das Therapieergebnis beeinflussen können. Ein tieferes Verständnis für verschiedene Patientencharakteristika könnte genutzt werden, um Behandlungsansätze zu entwickeln, die patientenspezifische Faktoren in einer fundierten und gezielten Behandlungsstrategie berücksichtigen. Forschende haben dementsprechend Subgruppen der Patient*innen definiert und nachgewiesen, dass gezielte Behandlungen für die Defizite der Subgruppen bessere Ergebnisse bringen als unspezifischer allgemeiner Ansatz.

Methodik

Die kalifornischen Forscher*innen aus LA diskutierten in einem narrativen Review verschiedene Hypothesen zu Tendinopathien der Rotatorenmanschette.

Ergebnisse

Die vier hypothetischen kausalen Mechanismen des Krafttrainings der kalifornischen Forschergruppe lauten: Sehnenstruktur, neuromuskuläre Faktoren, Schmerz und sensomotorische Verarbeitung sowie psychosoziale Faktoren. Die Sehnenstruktur spielt bei der Tendinopathien der Rotatorenmanschette eine Rolle: die Steifigkeit nimmt ab, die Sehnendicke nimmt zu und das Kollagen ist desorganisiert. Es zeigen sich zudem neuromuskuläre Leistungsdefizite in Form von veränderter Kinematik, Muskelaktivierung (verspäteter M. trapezius ascendens) und Kraft. Hier stellt sich die Frage ob dies die Ursache oder Folge ist. Psychologische Faktoren wie Depression, Angst, Schmerzkatastrophisierung, Behandlungserwartungen und Selbstwirksamkeit sind präsent und sagen die von den Betroffenen berichteten Outcomevariablen voraus. Es bestehen auch Störungen im zentralen Nervensystem, insbesondere eine veränderte Schmerz- und sensomotorische Verarbeitung. Krafttraining kann all diese Faktoren normalisieren, aber es gibt nur begrenzte Evidenz, um die Beziehung zwischen den vier genannten Themenbereichen und dem Verlauf der Genesung und persistierenden Defizite zu erklären.

Diskussion

Die Hypothesen sollten kritisch bewertet und in künftigen Studien entsprechend hinterfragt werden, da die Mehrzahl der Evidenz für die vorgeschlagenen Mechanismen auf Fallserien und mechanischen Überlegungen beruhen.

Konklusion

Einzelne Bausteine variieren je nach Patient*in und Zeit: Die Identifikation der Defizite zu Beginn und der Veränderung dieser Defizite im Verlauf der Übungsintervention kann dazu beitragen, die Übungen individuell anzupassen und zu optimieren oder einen abgestuften und angepassten Ansatz zu verwenden, um auf alternative Behandlungen zu verweisen. Gesundheitsdienstleistende können diesen Artikel nutzen, um zu verstehen, wie Training Behandlungsergebnissen verändert, um Subgruppen zu entwickeln, die einen patientenspezifischen Behandlungsansatz bieten, und um Assessments zu definieren, mit denen sich die Genesung im Laufe der Zeit verfolgen lässt.

Literatur

Vila-Dieguez O, Heindel MD, Awokuse D et al. Exercise for rotator cuff tendinopathy: Proposed mechanisms of recovery. *Shoulder Elbow* 2023; 15 (3): 233-249.

1.2.1.3 Frozen Shoulder

Orale Kortikosteroide vs. Übungen bei Frozen Shoulder

Schmerz und Funktion verbessern sich in beiden Gruppen

Hintergrund

Für die Behandlung der Frozen Shoulder sind zahlreiche Behandlungsstrategien beschrieben worden. Orale Kortikosteroide sind aufgrund ihrer entzündungshemmenden und schmerzlindernden Wirkung eine Behandlungsmöglichkeit. Bislang wurde jedoch in keinem RCT die Wirksamkeit von Übungen und oralen Kortikosteroiden direkt verglichen.

Methodik

Türkische Forscher*innen untersuchten in einer prospektiven, randomisierten und verblindeten Studie, wie wirksam Übungen und orale Kortikosteroide bei Personen mit Frozen Shoulder sind. Sie schlossen 33 Personen ein. Die Interventionsgruppe erhielt ein Übungsprogramm über sechs Wochen mit insgesamt zwölf Einheiten, bestehend aus Edukation, Gelenkmobilisationstechniken, Dehn- und Heimübungen. Die Medikamenten-Gruppe nahm über einen Zeitraum von vier Wochen das Arzneimittel Prednisolon. Das primäre Outcome war der Fragebogen „Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand“ (DASH) und die visuelle Analogskala (VAS). Sekundäre Outcomeparameter waren das „American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment“, Bewegungsausmaß und die „Hospital Anxiety and Depression Skala“.

Ergebnisse

Nach sechs und zwölf Wochen hatten sich beide Gruppen hinsichtlich Schmerz und Funktion signifikant verbessert. Die Übungsgruppe war

jedoch in Bezug auf das Bewegungsausmaß in die Abduktion und Außenrotation überlegen. Darüber hinaus waren die Effektgrößen in der Übungsgruppe höher, jedoch nicht signifikant.

Diskussion

In der Studie wurden zwei konkurrierende Maßnahmen verglichen und keine echte Kontrollgruppe eingesetzt. Dies schränkt die Möglichkeiten ein, festzustellen, welche Wirkung einem Placebo-Effekt oder dem natürlichen Verlauf der Pathologie, zugeschrieben werden kann.

Konklusion

In Anbetracht der systemischen Nebenwirkungen von oralen Kortikosteroiden, selbst bei niedriger Dosierung, ist eine gut strukturierte Physiotherapie, welche die Schmerzen berücksichtigt, eine gute Option bei Frozen Shoulder.

Literatur

Çelik D, Yasacı Z, Ersen A. Oral corticosteroids vs. exercises on treatment of frozen shoulder: a randomized, single-blinded study. *J Shoulder Elbow Surg* 2023; 32 (6): 1127-1134.

1.3 Wirbelsäule

1.3.1 LWS

1.3.1.1 Low Back Pain

Beeinflusst High Intensity Training chronische unspezifische Rückenschmerzen?

HIT verbessert Symptome der zentralen Sensibilisierung und Stressempfinden

Hintergrund

Chronische unspezifische Rückenschmerzen (CLBP) sind eine multifaktorielle muskuloskeletale Erkrankung, von der bis zu 20% der Weltbevölkerung betroffen sind. Sie beeinträchtigen die Funktion, psychische Gesundheit und soziale Teilhabe und stellen eine erhebliche wirtschaftliche Belastung für die Gesundheitssysteme dar. Übungstherapie ist ein wichtiger Therapiebestandteil. Allerdings sind die Effekte bestenfalls moderat. Neuere Studien zeigen, dass ein hochintensives Training (HIT) Beeinträchtigungen und körperliche Fitness von Personen mit CLBP verbessern kann. Es ist jedoch noch unklar, ob ein HIT auch die Schmerzverarbeitung und psychosoziale Faktoren beeinflusst.

Methodik

Das belgisch-niederländische Forscherteam analysierte deshalb ein bereits veröffentlichtes longitudinales RCT erneut. 51 Personen mit CLBP im durchschnittlichen Alter von 43,6 Jahren füllten die Fragebögen „Central Sensitization Inventory“ (CSI) und „Perceived Stress Scale“ (PSS) zu Studienbeginn und sechs Monate nach Beendigung eines 12-wöchigen HIT aus. Auf der Grundlage der CSI-Werte wurden zwei Gruppen gebildet (niedrig-CSI/hoch-CSI). Die Teilnehmenden führten ein hochintensives kardi-respiratorisches Intervalltraining bei 100% der maximalen Sauerstoffaufnahme durch, ge-

koppelt mit entweder einem hochintensiven allgemeinen Krafttraining bei 80% der maximalen Wiederholungszahl oder gekoppelt mit einem hochintensiven Rumpfkrafttraining bei >40% der maximalen willentlichen Kontraktion oder einem kombinierten allgemeinen Kraft- und Rumpfprogramm mit denselben Spezifikationen. Das Trainingsvolumen war für jede Gruppe mit 2 × 1,5 Std pro Woche gleich.

Ergebnisse

Die Analyse der Gesamtstichprobe ergab einen geringeren CSI- als auch PSS-Wert. Analysen innerhalb der Gruppe zeigten einen reduzierten CSI-Wert nur in der Gruppe mit hohem CSI und einen Rückgang des PSS-Wert nur in der Gruppe mit niedrigem CSI-Wert. Der CSI-, nicht aber der PSS-Wert, stand in einem schwachen Zusammenhang mit dem Therapieerfolg.

Diskussion

Die Wirkmechanismen von Übungen und Training bei CLBP sind nach wie vor unklar. Während biomedizinische Mechanismen (z. B. Verbesserungen der Muskelkraft oder der motorischen Kontrolle) am häufigsten vorgebracht werden, ist ihr Zusammenhang mit positiven klinischen Ergebnissen umstritten und eine zunehmende Studienzahl konzentriert sich nun auf neurophysiologische (z. B. Veränderung der Schmerzverarbeitung) und psychosoziale (z. B. Verringerung der Bewegungsangst) Mechanismen. Diese Wirkmechanismen werden aber nur selten effektiv evaluiert. Eine Limitation der Studie ist, dass keine aktive Kontrollgruppe (z. B. die übliche Versorgung oder eine andere Übungstherapie) eingeschlossen wurde.

Konklusion

HIT verbessert die Symptome der zentralen Sensibilisierung und das Stressempfinden bei Personen mit CLBP. Die Auswirkungen von HIT auf die zentrale Sensibilisierung sind bei klinisch relevanten Symptomen stärker ausgeprägt. Die Symptome der zentralen Sensibilisierung und

des wahrgenommenen Stresses stehen jedoch nur in geringem Zusammenhang mit der (veränderten) Schmerzintensität und der (veränderten) funktionellen Beeinträchtigung.

Literatur

Verbrugghe J, Agten A, Stevens S et al. High intensity training improves symptoms of central sensitization at six-month follow-up in persons with chronic nonspecific low back pain: Secondary analysis of a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther* 2023; 27 (2): 100496.

Verordnung von Opioiden bei Rücken- und Nackenschmerzen

Ohne Effekt, aber Gefahr der Abhängigkeit

Hintergrund

Rücken- und Nackenschmerzen verursachen direkte und indirekte Gesundheitskosten. Klinische Leitlinien empfehlen Opioide für Menschen mit akuten Rücken- oder Nackenschmerzen nur dann, wenn andere pharmakologische Behandlungen kontraindiziert sind oder nicht angeschlagen haben. Opioid-Analgetika werden hier dennoch häufig eingesetzt – auch zur Erstbehandlung – obwohl es nur wenige Daten zur Wirksamkeit gibt. Forscher*innen aus Dänemark und Australien untersuchten deshalb in der sogenannten OPAL-Studie, wie wirksam und sicher eine gezielte Kurzbehandlung mit einem Opioid-Analgetikum bei akuten Rücken- und Nackenschmerzen ist.

Methodik

OPAL ist eine dreifach verblindete placebo-kontrollierte randomisierte Studie, an der Erwachsene teilnahmen, die mit Rücken- oder Na-

ckenschmerzen (oder beidem) mit mindestens moderater Schmerzintensität über einen Zeitraum von zwölf Wochen oder weniger in eine der 157 Primärversorgungs- oder Notaufnahmen in Sydney, Australien, vorstellig wurden. Die Teilnehmenden wurden nach dem Zufallsprinzip entweder einer leitliniengerechten Behandlung plus einem Opioid (Oxycodon-Naloxon, bis zu 20 mg Oxycodon pro Tag oral) oder einer leitliniengerechten Behandlung und einem identischen Placebo für bis zu sechs Wochen zugewiesen. Das primäre Outcome war die Schmerzintensität nach sechs Wochen, gemessen mit der Schmerz-Subskala des Brief Pain Inventory-Fragebogen (10-Punkte-Skala).

Ergebnisse

Die Wissenschaftler*innen schlossen 347 Teilnehmende ein; 49% davon weiblich. Der durchschnittliche Schmerz nach sechs Wochen betrug 2,78 in der Opioid- gegenüber 2,25 in der Placebogruppe. 35% in der Opioidgruppe berichteten über mindestens eine Nebenwirkung gegenüber 30% in der Placebogruppe, aber mehr Personen in der Opioidgruppe berichteten über kurzfristige opioidbezogene Nebenwirkungen (Schwindel, Übelkeit, Verstopfung). Die Ergebnisse deuten außerdem darauf hin, dass selbst eine kurzzeitige Einnahme das Risiko eines langfristigen Missbrauchs erhöhen kann.

Diskussion

Die Ergebnisse unterstützen die Veränderungen der Leitlinienempfehlungen für die Behandlung von Rücken- und Nackenschmerzen, die eine Verlagerung des Schwerpunkts von pharmakologischen auf nicht-pharmakologische Behandlungen, wie z. B. auf Physio- und Psychotherapie, vorsehen. Das heißt, die Erstbehandlung von akuten Rücken- und Nackenschmerzen sollte sich auf Bestärkung und den Rat, aktiv zu bleiben, stützen, und einfache Analgetika wie NSAIDs, falls erforderlich.

Konklusion

Opioide sollten bei akuten unspezifischen Rücken- und Nackenschmerzen weder empfohlen

Übungstherapie vs. Scheinbehandlung bei akuten unspezifischen Rückenschmerzen

Keine kurzfristigen Auswirkungen auf Schmerzen oder Funktion

Hintergrund

Schmerzen im unteren Rücken (=Low Back Pain =LBP) sind weltweit die häufigste Ursache für Beeinträchtigungen. Sie verursachen erhebliche direkte Kosten (Gesundheitsversorgung) und indirekte Kosten (Produktivitätsverlust). Zu den zahlreichen verfügbaren Behandlungsformen für LBP gehört die Übungstherapie. Ziel der Autor*innen war es deshalb, den Nutzen und Schaden einer Übungstherapie bei akuten unspezifischen Rückenschmerzen bei Erwachsenen im Vergleich zu einer Schein-/Placebobe-handlung oder keiner Behandlung im Rahmen einer kurz-, mittel- und langfristigen Nachbeobachtung zu bewerten.

noch verordnet werden, da es keinen signifikanten Unterschied in der Schmerzintensität im Vergleich zu Placebo gibt. Opioide können auch zu negativeren Resultaten führen, selbst nach kurzzeitigem vorsichtigem Gebrauch. Diese Erkenntnis erfordert ein Abrücken von der häufigen Verordnung von Opioiden bei diesen Beschwerdebildern.

Literatur

Jones CMP, Day RO, Koes BW et al. Opioid analgesia for acute low back pain and neck pain (the OPAL trial): a randomised placebo-controlled trial. *Lancet* 2023; 402 (10398): 304-312.

Methodik

Die Autor*innen aktualisierten ein Cochrane-Review, das erstmals im Jahr 2005 veröffentlicht wurde. Sie suchten nach RCTs in CENTRAL, MEDLINE, Embase, vier weiteren Datenbanken und zwei Studienregistern. Sie schlossen RCTs ein, die die Auswirkungen einer Übungstherapie auf unspezifischen LBP bei Erwachsenen mit einer Dauer von sechs Wochen oder kürzer untersuchten. Das Review wurde anhand der Cochrane-Richtlinien durchgeführt. Es wurden 23 Studien ein (13 aus dem vorherigen Review und 10 neue Artikel) mit insgesamt 2.674 Teilnehmenden eingeschlossen. Die Übungstherapie beinhaltete Rumpf-, McKenzie-, Mobilisations-, Dehnungs-, motorische Kontrollübungen, Tai Chi, generelle Kraft- und eine Kombination aus verschiedenen Übungen.

Ergebnisse

Die Evidenz von sehr geringer Sicherheit weist darauf hin, dass eine Übungstherapie im Vergleich zu einer Schein-/Placebobe-handlung kurzfristig

keine klinisch relevanten Auswirkungen auf die Schmerzen oder den Funktionsstatus bei akutem LBP hat. Der absolute Unterschied lag bei 1% weniger und der relative Unterschied bei 4% weniger Schmerzen. Aufgrund der unzureichenden Berichterstattung über Nebenwirkungen waren die Autor*innen nicht in der Lage, Schlussfolgerungen zur Sicherheit der Übungstherapie zu ziehen. Die einbezogenen Studien zeigten alle einen Rückgang der Schmerzen und Funktionseinschränkungen sowohl in der Übungs- als auch in der Kontrollgruppe, was den günstigen natürlichen Verlauf des akuten unspezifischen LBP widerspiegelt.

Diskussion

Grundsätzlich stimmen die Ergebnisse mit den Empfehlungen der meisten aktuellen klinischen Leitlinien überein: Diese empfehlen eine Übungstherapie für chronische, aber nicht für akute Rückenschmerzen und schlagen eine Übungstherapie für Menschen mit ungünstiger Prognose vor, z. B. für Personen, die sich wegen ihrer Rückenschmerzen Sorgen machen, Anzeichen von Angstvermeidung zeigen oder bei denen keine Besserung eintritt (psychosoziale

1.3.1.2 Chronic Low Back Pain

Spielt eine Rückenmuskeldysfunktion bei chronischem LBP eine Rolle?

Rückenmuskelübungen sollten Teil eines individuellen, multidimensionalen Behandlungsplans sein

Hintergrund

Schmerzen im unteren Rücken (LBP) sind weltweit eine der häufigsten Ursachen für Beeinträchtigungen und wirken sich sowohl auf per-

"Yellow Flags"). Die Autor*innen stuften die Sicherheit der Evidenz aufgrund von Inkonsistenz, Verzerrungsrisiko und Ungenauigkeit (wenige Teilnehmer in einzelnen Studien) auf sehr niedrig herab.

Konklusion

Übungstherapie im Vergleich zu keiner Behandlung hat möglicherweise kurzfristig keinen klinisch relevanten Effekt auf den Schmerz oder den funktionellen Status bei Menschen mit akutem unspezifischem LBP, jedoch ist die Evidenz nicht belastbar.

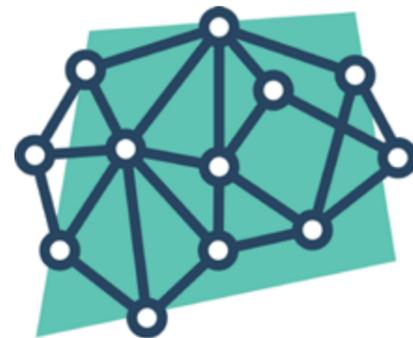
Literatur

IJzelenberg W, Oosterhuis T, Hayden JA et al. Exercise therapy for treatment of acute non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2023; 8 (8): CD009365.

sönlicher als auch auf gesellschaftlicher Ebene massiv aus. Etwa 80 % der Bevölkerung werden im Laufe ihres Lebens einmal von Rückenschmerzen betroffen sein. Obwohl ein akuter Rückenschmerz in der Regel innerhalb weniger Wochen abklingt, berichten bis zu 2/3 der Patient*innen von einem erneuten Auftreten innerhalb eines Jahres, und etwa 15% entwickeln chronische Rückenschmerzen (CLBP) (>drei Monate). Der multidimensionale Charakter von CLBP ist inzwischen weitgehend anerkannt. Die Berücksichtigung des Beitrags verschiedener Faktoren, einschließlich körperlicher, emotionaler, kognitiver, lebensstilbezogener, sozialer und verhaltensbezogener Aspekte, ist von entscheidender Bedeutung, da sie für die Beurteilung und Behandlung der einzelnen Patient*innen

SKILLCOURT®

BLACKROLL® Do it your health

PHYSIO
— MEETS —
SCIENCE





mobee360
DIGITALE Diagnostik

maßgeblich ist. Veränderungen der Funktion und Struktur der Rückenmuskulatur sind bei Personen mit CLBP weit verbreitet. Die klinische Präsentation stellt sich in dieser Population als sehr heterogen dar und die potenzielle Rolle von Funktionsstörungen der Rückenmuskulatur für das Fortbestehen ist von Person zu Person unterschiedlich.

Methodik

In einem narrativen Review geben die Autoren deshalb einen Überblick über (1) Dysfunktionen in der Struktur und Funktion der Rückenmuskulatur, (2) das Potenzial der Übungstherapie zur Behebung dieser Dysfunktionen und (3) den Zusammenhang zwischen Veränderungen der Rückenmuskeldysfunktionen und klinischen Parametern. In einem zweiten Teil beschreiben sie einen Rahmen für einen individualisierten Trainingsansatz der Rückenmuskulatur bei Personen mit CLBP. Sie suchten dafür in den Datenbanken PubMed und Web of Science nach Literatur.

Ergebnisse

Ein Training, das auf die Funktion und Struktur der Rückenmuskulatur abzielt, hat den größten Einfluss bei Personen mit nozizeptiven CLBP. Zudem ist es am wirksamsten, wenn es auf die richtigen Personen abgestimmt und auf deren Bedürfnisse und Beschwerden zugeschnitten ist. Innerhalb der heterogenen Gruppe von Personen mit CLBP ist die Dysfunktion der Rückenmuskulatur inkonsistent und die Behandlungspläne hängen deshalb von den Ergebnissen der Anamnese und klinischen Untersuchung ab. Spezifische sensomotorische Kontrollübungen in der Anfangsphase eines Trainingsprogramms könnten nützlich sein, um Aktivierungsmuster zu optimieren, doch eine Progression sollte auf jeden Fall in Richtung Ausdauer- und Krafttraining für die Rückenmuskulatur angestrebt werden. Eine allmähliche Steigerung der Belastung ist für die meisten Übenden unbedenklich und sollte gefördert werden, anstatt übermäßiger Vorsicht oder Schonung. Die Übungen sollten

in funktionelle, relevante Bewegungen integriert werden. Da jedoch (funktionelle) Übungen mit höherer Belastung zu vorübergehenden Rückenschmerzen führen könnten, sind möglicherweise Aufklärung und die Anwendung von Prinzipien der Expositionstherapie erforderlich, um eine angemessene Motivation der Übenden sicherzustellen.

Diskussion

Angesichts der Heterogenität von CLBP-Patient*innen ist es schwierig, diejenigen auszuwählen, die von einer bestimmten Behandlung profitieren werden. Personen mit nozizeptivem CLBP haben in der Regel keine grundsätzliche Angst vor Bewegung. Bei funktionellen Rückenmuskelübungen, wie z. B. dem Heben von Lasten mit flektierter Wirbelsäule könnten einige Patient*innen jedoch Bedenken haben, diese auszuführen, weil sie diese Aufgaben als schädlich betrachten. Auch wenn eine Schmerzeducation nützlich sein kann, reicht sie oft nicht aus, um das Vermeidungsverhalten zu bekämpfen, so dass Prinzipien aus der Expositionstherapie notwendig sein können, um potenzielles Vermeidungsverhalten anzugehen. Indem die Patient*innen die Erfahrung machen, dass die erwartete ‚Katastrophe‘ nicht eintritt, wird ihre Erwartungshaltung durchbrochen und sie lernen, dass diese Tätigkeiten sicher ausgeführt werden können.

Konklusion

Es ist wichtig, die große Bandbreite an Dysfunktionen der Rückenmuskulatur bei CLBP anzuerkennen und deren Rolle bei der Persistenz von Rückenproblemen für die einzelnen Personen sorgfältig zu interpretieren (siehe Abbildung 1). Ein multidimensionaler Ansatz zur Behandlung von Rückenschmerzen ist daher empfehlenswert. Um ein optimales Ergebnis zu erzielen, sollten Rückenmuskelübungen Bestandteil des Behandlungsplans sein.

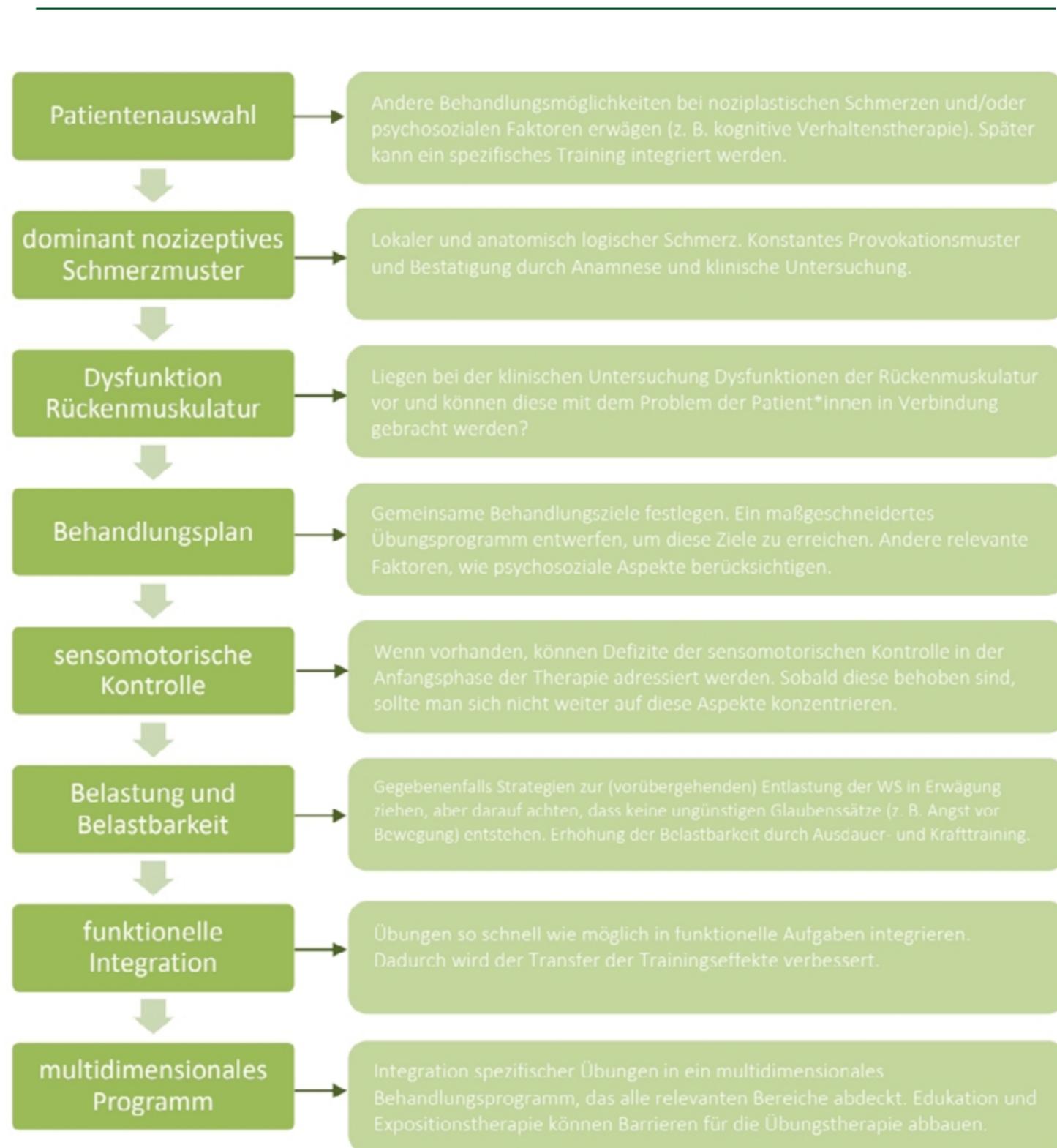


Abbildung 3: Individueller Ansatz für das Rückenmuskeltraining von Patient*innen mit CLBP (übersetzt aus Matheve et al. 2023)

Literatur

Matheve T, Hodges P, Danneels L. The Role of Back Muscle Dysfunctions in Chronic Low Back Pain: State-of-the-Art and Clinical Implications. *J Clin Med* 2023; 12 (17): 5510.

1.3.1.3 Spinalkanalstenose

Was sind die besten Übungen bei Spinalkanalstenose der LWS?

Übungsprogramme beinhalten unterschiedliche Bestandteile

Hintergrund

Die lumbale Spinalkanalstenose ist eine häufig auftretende Wirbelsäulenpathologie bei älteren Erwachsenen. Die Symptome, die typischerweise auftreten, werden als neurogene Claudicatio bezeichnet und umfassen Schmerzen, Schweregefühl und Kribbeln, die von der Wirbelsäule in das Gesäß und die Beine ausstrahlen, sich beim Stehen und Gehen verschlimmern und beim Sitzen nachlassen. Übungen werden in der Regel aufgrund der theoretischen Vorteile einer beweglicheren Wirbelsäule, einer verbesserten Durchblutung der Spinalnerven, einer verbesserten körperlichen Fitness, mehr Kraft und Gleichgewicht sowie der positiven Auswirkungen auf das psychische Wohlbefinden, das Selbstvertrauen und die Selbstwirksamkeit empfohlen.

Methodik

Die Autorinnen aus Großbritannien suchten in den Datenbanken MEDLINE, Embase, CINAHL, PEDro, CENTRAL, Web of Science und trial registry websites nach Literatur. Sie schlossen 13 Studien mit insgesamt 1.440 Personen mit Symptomen einer neurogenen Claudicatio auf-

grund einer lumbalen Spinalkanalstenose und 23 verschiedene Übungsinterventionen in ihr systematisches Review ein. Zwei Autorinnen führten unabhängig voneinander die Studienauswahl, die Datenextraktion und die Qualitätsbewertung mit dem Cochrane Risk of Bias Tool Version 2 durch.

Ergebnisse

Die meisten Übungsinterventionen umfassten Supervision und Flexionsübungen und wurden mindestens zweimal wöchentlich über einen Zeitraum von mindestens sechs Wochen durchgeführt. Gleichgewichtsübungen waren nur selten inbegriffen. Zu den Übungskomponenten, die in erfolgreichen Interventionen häufiger vorkamen, gehörten Dehnungen, Kraft- oder Rumpfmuskelübungen, Ausdauertraining, insbesondere Radfahren und psychologisch orientierte Ansätze.

Diskussion

Der Nutzen eines psychologischen Ansatzes bei der Behandlung von chronischen Rückenschmerzen ist inzwischen unbestritten. In einer Bevölkerungsgruppe, die bekanntermaßen ein geringes Aktivitätsniveau und ein hohes Maß an Depressionen aufweist, kann ein psychologisch fundierter Ansatz ein wichtiger Faktor bei der optimalen Versorgung mit Übungen sein. Die Interpretation ist durch die geringe Studienanzahl und deren Heterogenität eingeschränkt. Die Wissenschaftlerinnen konnten keine Schlussfolgerungen über die Supervision oder Dosierung der Übungen ziehen.

Konklusion

Übungsinterventionen für Personen mit neurogener Claudicatio umfassen in der Regel mehrere Komponenten. Häufige Bestandteile eines Trainingsprogrammes sind Übungen unter Supervision, LWS-Flexionsübungen und Übungen für die Ausdauer, aber auch weniger häufige Bestandteile wie Dehnungen, Kräftigungsübungen und psychologisch fundierte Ansätze sollten

bei der Entwicklung und Optimierung von Bewegungsinterventionen für Personen mit Spinalkanalstenose der LWS berücksichtigt werden.

Bei Sprüngen und Landungen wirkt das bis zu zehnfache Körpergewicht

Hohe geschätzte Kompression auf L4/L5 im Leistungssport

Hintergrund

Die mechanische Belastung der Wirbelsäule bei körperlicher Betätigung spielt eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Rückenschmerzen und -verletzungen. Die Literatur belegt, dass jedes Stütz- und Bindegewebe geschädigt wird – unabhängig von Genetik, psychosozialen Bedingungen, Geschlecht, Alter, Degeneration und Aktivitätsniveau – wenn die mechanische Belastungsgrenze nur einer Gewebekomponente erreicht oder überschritten wird. Diese Schädigung kann spontan durch eine aktuelle Überbelastung oder allmählich und akkumulativ nach mehreren sich wiederholenden Mikrotraumata mit submaximalen Belastungen erfolgen. Deutsche Forscher*innen berechneten deshalb die mechanische Belastung der Wirbelsäule bei verschiedenen Aktivitäten des täglichen Lebens und beim Sport.

Methodik

Für die Untersuchungen rekrutierte das deutsche Forscherteam Athlet*innen im Alter von 16 bis 32 Jahren aus 16 olympischen Sportdisziplinen. Die kinematischen Daten wurden mithilfe einer 3D-Bewegungsanalyse und

Literatur

Comer C, Williamson E, McIlroy S et al. Exercise treatments for lumbar spinal stenosis: A systematic review and intervention component analysis of randomised controlled trials. *Clin Rehabil.* 2023; doi: 10.1177/02692155231201048.

Oberflächen-EMG gemessen und mit den Bewegungs- und Reaktionskraftdaten synchronisiert. Da eine direkte Messung bei sportlichen Aktivitäten nicht möglich ist, wandten die Forschenden ein mathematisches Modell an, um die Belastung der Wirbelsäule bei mehr als 600 körperlichen Aufgaben von mehr als 200 Sportler*innen aus verschiedenen Sportarten zu quantifizieren. Outcomes waren Kompression und Drehmoment (normalisiert auf Körpergewicht/Masse) auf Höhe L4/L5.

Ergebnisse

Die Daten zeigen, dass bei sportlichen Aktivitäten hohe Druckkräfte auf die Lendenwirbelsäule wirken, die viel höher sind als die Kräfte, die bei normalen täglichen Aktivitäten und Arbeitstätigkeiten auftreten. Insbesondere ballistische Sprünge und Landungen führen zu einer hohen geschätzten Kompression an L4/L5 von mehr als dem Zehnfachen des Körpergewichts. Springen, Landen, schweres Heben und Krafttraining im Sport weisen Kompressionskräfte auf, die deutlich über den Empfehlungen für Arbeitstätigkeiten liegen.

Diskussion

Die Forschenden nahmen keine direkte Messung der mechanischen Belastung in dieser Studie vor. Die Daten resultierten aus einem mathematischem Modell.

Konklusion

Die Erkenntnisse sind für die Entwicklung von Empfehlungen für (jugendliche) Sportler*innen von entscheidender Bedeutung, da langfristige Anpassungen erforderlich sind, um hohe und häufige Belastungen der Wirbelsäule zu kompensieren.

Literatur

Schäfer R, Trompeter K, Fett D et al. The mechanical loading of the spine in physical activities. *Eur Spine J* 2023; doi: 10.1007/s00586-023-07733-1.

Bundesweite Zertifikatskurse in Manueller Therapie und Krankengymnastik am Gerät

- Osteopathieausbildung → Themenkurse in MTT und klinischer Orthopädie
- Cranio-mandibuläre Therapie → Inhouse-Schulungen → u.v.m.

Fon +49 175 1202791
E-Mail info@digotor.info
Internet www.digotor.info



2 Trainingsform

2.1 Kraft

Worauf kommt es im Training wirklich an?

Ein „Kochrezept für Kraft- und Hypertrophietraining“

Hintergrund

Die Skelettmuskulatur ist von entscheidender Bedeutung für zahlreiche funktionelle und metabolische Prozesse, die für eine gute Gesundheit wichtig sind. Ein kanadisches-britisches Forscherteam untersuchte deshalb in einem Review mit Metaanalyse, wie verschiedene Kombinationen von Trainingsparametern (Belastung, Sätze und Häufigkeit) die Muskelkraft und Hypertrophie beeinflussen.

Methodik

Die Autor*innen verwendeten ein systematisches Review und die Methode der Bayes'schen Netzwerk-Metaanalyse, um ein vorbestimmtes Krafttraining mit einer Kontrollgruppe ohne Training zu vergleichen. Sie führten das Review in Übereinstimmung mit den PRISMA-Richtlinien und dem Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions durch. Aus den Datenbanken MEDLINE, Embase, Emcare, SPORTDiscus, CINAHL und Web of Science extrahierten sie Literatur. Die Autor* schlossen randomisierte Studien mit gesunden Erwachsenen in ihr Review ein, die mindestens zwei vordefinierte Bedingungen verglichen (Kontrollgruppe ohne Training und 12 Krafttrainingsvorgaben, unterschieden nach Belastung, Sätzen und/oder wöchentlicher Häufigkeit). Außerdem berücksichtigten sie Studien, die über Muskelkraft und/oder Hypertrophie berichteten. Die Netzwerk-Metaanalyse "Kraft" umfasste 178 Studi-

en (n=5097; Frauen=45%). Die Netzwerk-Metaanalyse für Hypertrophie 119 Studien (n=3364; Frauen=47%).

Ergebnisse

Alle unterschiedlichen Belastungsparameter des Krafttrainings waren in Bezug auf Muskelkraft und Hypertrophie effektiver als die Kontrollgruppe. Höhere Belastung (>80% des Maximums einer einzelnen Wiederholung) maximierte den Kraftzuwachs, und alle Variablen förderten die Muskelhypertrophie vergleichbar. Während die berechneten Effekte vieler Belastungsparameter ähnlich waren, war ein dreimal wöchentliches Training mit höherer Belastung die am besten bewertete Trainingsvariable für eine Kraftsteigerung und ein zweimal wöchentliches Training mit höherer Belastung die am besten bewertete Variable für Krafttraining im Hinblick auf Hypertrophie. Die Schwellenwertanalyse zeigte, dass diese Ergebnisse äußerst belastbar sind.

Diskussion

Auch ein Krafttraining mit niedriger Belastung erhöht die Kraft im Vergleich zu keinem Training; die Durchführung von Krafttraining bis zum kurzzeitigen Muskelversagen (Ermüdung) wird als eine Schlüsselkomponente für Krafttraining-induzierte Hypertrophie mit niedrigeren Belastungen postuliert (Lacio et al 2021). Erwachsene sollten aber auch dann ein Krafttraining absolvieren, wenn sie die bestehenden Empfehlungen nicht erfüllen können. Denn die Ergebnisse bestätigen nachdrücklich die Aussage der WHO: "Ein bisschen Aktivität ist besser als gar keine" (WHO 2020). Viele weitere Trainingsparameter (Ruhepause zwischen den Sätzen, Rhythmus, Zeit unter Spannung) wurden zu selten angegeben, um sie als Kovariablen berücksichtigen zu können.

Konklusion

Alle unterschiedlichen Trainingsparameter des Krafttrainings förderten die Kraft und Hypertrophie im Vergleich zu keinem Training. Um die Kraft zu verbessern, sollten höhere Lasten eingesetzt werden, während ein Hypertrophie-Trainingsziel mit mehreren Sätzen verbunden sein sollte. Das „Kochrezept für Krafttraining“ ist demnach nicht so weltbewegend, wie viele vielleicht denken: Um stärker zu werden, muss man schwerere Gewichte bewegen. Und um an Muskulatur zuzulegen, benötigt man ein bestimmtes Volumen (Belastung x Wiederholungen x Sätze x Häufigkeit). In den aktuellen Leitlinien wird gesunden Erwachsenen allgemein empfohlen, mindestens zweimal pro Woche Krafttraining zu absolvieren; die vorliegenden Ergebnisse unter-

Isometrisches Training reduziert Bluthochdruck am effektivsten

Krafttraining scheint mit Ausdauertraining vergleichbar zu sein

Hintergrund

Die Rolle des körperlichen Trainings als wirksames nicht-pharmakologisches Mittel gegen Bluthochdruck ist allgemein gut belegt. Das herkömmliche Ausdauertraining ist nach wie vor das am häufigsten empfohlene Training zur Behandlung von Bluthochdruck. Die aktuellen Leitlinien beruhen weitgehend auf älteren Daten und erfordern eine aktualisierte Analyse unter Einbeziehung neuerer Trainingsmethoden, einschließlich hochintensiven Intervalltrainings und isometrischem Training.

Methodik

Die Autor*innen nutzten ein systematisches Review mit Netzwerk-Metaanalyse über die Aus-

stützen diese Empfehlungen. Therapeut*innen und Trainer*innen können diese Resultate in der Edukation und bei der Zusammenstellung von Trainingsparametern im Krafttraining berücksichtigen.

Literatur

Currier BS, Mcleod JC, Banfield L et al. Resistance training prescription for muscle strength and hypertrophy in healthy adults: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. *Br J Sports Med* 2023; doi: 10.1136/bjsports-2023-106807

wirkungen aller relevanten Trainingsmethoden auf den Ruheblutdruck, um eine optimale Praxis für blutdrucksenkende Trainingsmaßnahmen zu ermitteln. Sie führten das Review entsprechend den PRISMA-Leitlinien durch. Aus den Datenbanken PubMed (Medline), the Cochrane library und Web of Science filterten sie 270 RCTs mit insgesamt 15.827 Teilnehmenden heraus.

Ergebnisse

Die Analysen zeigten eine signifikante Senkung des systolischen und diastolischen Ruhe-Blutdrucks nach aerobem Training (-4,49/-2,53 mmHg), dynamischem Krafttraining (-4,55/-3,04mmHg), kombiniertem Training (-6,04/-2,54mmHg), hochintensivem Intervalltraining (-4,08/-2,50mmHg) und isometrischem Training (-8,24/-4,00mmHg). Wie aus der Netzwerk-Metaanalyse hervorgeht, war die Rangfolge der Wirksamkeit auf Grundlage der Fläche unter der kumulativen Rangkurve („surface under the cumulative ranking curve“, kurz: SUCRA) für den systolischen Blutdruck: isometrisches Training (SUCRA: 98,3 %), kombiniertes Training (75,7 %), dynamisches Widerstandstraining (46,1%),

aerobes Training (40,5%) und hochintensives Intervalltraining (39,4%). Eine sekundäre Netzwerk-Metaanalyse ergab, dass isometrische Kniebeugen an der Wand zur Senkung des systolischen Blutdrucks (90,4%) und Laufen die wirksamsten Unterformen zur Senkung des diastolischen Blutdrucks (91,3%) waren. Exkurs: Wird die SUCRA errechnet, stellt das Ergebnis ein numerisches Gesamtranking (bezüglich des gegebenen Endpunkts) für die jeweilige Intervention dar. Der SUCRA-Wert rangiert von 0% (wenn sicher ist, dass es sich bezüglich des Endpunkts um die schlechteste Intervention handelt) bis 100% (wenn sicher ist, dass es sich bezüglich des Endpunkts um die beste Intervention handelt). Die verwendeten isometrischen Trainingsprogramme nutzten folgende Trainingsprotokolle: 4x2 Minuten Kontraktionen, 1-4 Minuten Ruhepausen, dreimal pro Woche.

Diskussion

Bei einer so umfangreichen Analyse bezogen die Autor*innen zwangsläufig Studien mit unterschiedlichen Teilnehmergruppen, statistischen und methodischen Verfahren und spezifischen Übungsinterventionen ein. Als wahrscheinliche

Exzentrisches Training gegen post-traumatische arthrogene Muskelinhibition

Adressierung neuronaler und morphologischer Defizite

Hintergrund

Muskuläre Defizite nach Gelenkverletzungen sind nachweislich die Folge komplexer Verkettungen von neurologischen und morphologischen Prozessen, die die Fähigkeit unseres Systems, zu kommunizieren und die muskuläre Gesundheit zu steuern, direkt beeinträchtigen.

Folge dieser Variabilität fanden sie eine signifikante Heterogenität für die Mehrzahl der Analysen. Darüber hinaus analysierten sie für einige der neueren Trainingsmethoden wie Sprint-Intervall, Ausdauer-Intervall-Training, isometrisches Beinstrecker- und isometrische Kniebeuge an der Wand-Training vergleichsweise weniger RCTs als für die etablierteren Methoden wie Ausdauer- und Krafttraining.

Konklusion

Alle untersuchten Trainingsmethoden verbessern den Ruheblutdruck, insbesondere isometrische Übungen. Die Ergebnisse dieser Analyse sollten in künftige Trainingsempfehlungen für die Prävention und Behandlung der arteriellen Hypertonie einfließen.

Literatur

Edwards JJ, Deenmamode AHP, Griffiths M et al. *Exercise training and resting blood pressure: a large-scale pairwise and network meta-analysis of randomised controlled trials. Br J Sports Med 2023; bjsports-2022-106503.*

Trotz dieser Erkenntnisse sind viele der derzeitigen Rehabilitationsmaßnahmen nicht ausreichend, um die Defizite wirksam zu behandeln. Dies ist besonders problematisch, da eine unzureichende Wiederherstellung der Kraft mit einem erhöhten Risiko für erneute Verletzungen, frühzeitigem Gelenkverschleiß, lebenslang reduzierter körperlicher Aktivität und verminderter Lebensqualität einhergeht. Exzentrische Muskelkontraktionen sind in der Lage, das Nervensystem und die Signalübertragungswege in einzigartiger Weise zu aktivieren, um die Gesundheit bzw. das Wachstum von Gewebe zu fördern. Diese Art des Trainings kann für Personen, die nach einer Gelenkverletzung unter muskulären Defiziten leiden, effektiv sein.

Methodik

Amerikanische Wissenschaftler*innen beschäftigten sich deshalb mit exzentrischen Übungen als sichere, wirksame Trainingsmethode in der muskulären Wiederherstellung und erstellten ein narratives Review. Diese Form der Übersichtsarbeit hat den Vorteil, einen Überblick über ein Thema zu bieten, sie stellt allerdings eine Expertenmeinung dar.

Ergebnisse

- Das Problem konzentrischer Übungen nach Gelenkverletzungen besteht darin, dass sich diese Kontraktionsart vorwiegend auf gehemmte afferente und reflexive Bahnen stützt, um Muskelkontraktionen zu erzeugen. Aus diesem Grund gelingt es konzentrisch ausgerichteten Rehabilitationsprogrammen oft nicht, die Muskelkraft trotz einer ≥ 6 -monatigen Therapie angemessen wiederherzustellen.
- Exzentrische im Vergleich zu konzentrischen Kontraktionen (über einen dehnungsbedingten transkortikalen Reflex) erhöhen die kortikale Erregbarkeit. Dies führt zu positiven Anpassungen auf Rückenmarksebene und hat eine Abnahme der präsynaptischen Hemmung zur Folge. Die neurale Rekrutierung wird verbessert und wirkt möglicherweise den hemmenden Signalen entgegen, die vom verletzten Gelenk ausgehen.
- Ein Training der kontralateralen nicht verletzten Extremität mit exzentrischen Übungen (= Cross-Education) fördert eine neuronal effizientere Umgebung, da die Abhängigkeit vom frontalen Kortex zur Erzeugung der Muskelkontraktion in der verletzten Extremität geringer ist.
- Durch die Einbeziehung von sogenannten Verlängerungskontraktionen in Rehabilitationsprotokolle kann sich das Risiko von Primär- und Sekundärverletzungen verringern, indem gezielt das Kleinhirn angesprochen wird, wodurch

übergeordnete Kapazitäten für komplexere Aufgaben verfügbar und gleichzeitig motorische Koordinationsfehler reduziert werden.

- Die Fähigkeit, die inhibierenden Faktoren nach einer Gelenkverletzung wirksam zu umgehen oder zu behandeln, ist ein wesentlicher Bestandteil der Rehabilitation. Daten deuten darauf hin, dass Verlängerungskontraktionen positive neuronale Anpassungen bewirken können, die letztlich die Wiederherstellung der Muskelkraft verbessern könnten.
- Die Komplexität der Muskelatrophie nach traumatischen Gelenkverletzungen fordert einen therapeutischen Ansatz, der in der Lage ist, das System zu Muskelwachstum anzuregen. Progressive Mehrbelastung durch mechanische Spannung ist ein effizienter Mechanismus zur Förderung der Hypertrophie. Exzentrische Übungen sorgen für eine stärkere Aktivierung der mechanoresponsiven Nervenbahnen. In Anbetracht der langfristigen Probleme, die viele Menschen nach einer traumatischen Gelenkverletzung belasten, scheint das Training mit Verlängerungskontraktionen eine wirksame Rehabilitationsstrategie zur Bekämpfung der Muskelatrophie zu sein.

Diskussion

Die Autor*innen weisen darauf hin, dass diese Kontraktionsart einen starken Stimulus setzt und dass exzessives Übertraining ein Risiko darstellen kann. Die Vorstellung, dass "mehr besser ist", gilt nicht für diese Trainingsart, da ein Übertraining katabole Stoffwechselwege in Gang setzen und einen Leistungsabfall verursachen kann.

Konklusion

Obwohl die Grundlage für ein exzentrisches Training zunehmend an Bedeutung gewinnt, wurden

exzentrische Kontraktionen lange Zeit mit Muskelschäden in Verbindung gebracht. Mit dieser Übersichtsarbeit möchten die Autor*innen den Dialog und die Reflexion über aktuelle Praxismuster und die Fähigkeit exzentrischer Kontraktionen zur gefahrlosen Wiederherstellung der Muskelkraft nach traumatischen Gelenkverletzungen anregen.

Unilaterales Training mit exzentrischer Mehrlast

Effektiv für Rehabilitation und Kraftsteigerung im Sport

Hintergrund

Beim traditionellen Krafttraining werden konzentrische und exzentrische Kontraktionen in der Regel miteinander gekoppelt und wiederholt ausgeführt, sodass die Belastung durch die maximale konzentrische Muskelkraft limitiert wird. Daher ist der auf die Muskeln während der exzentrischen Phase ausgeübte Reiz in der Regel suboptimal, da die Muskeln größere maximale exzentrische als konzentrische Kräfte erzeugen könnten. Eine zusätzliche Belastung in der exzentrischen Phase beim Krafttraining kann nützlich sein, um die neuromuskulären Anpassungen zu verbessern.

Unilaterales Training wirkt sich nicht nur auf die Muskeln der trainierten, sondern auch auf die Muskeln der nicht-trainierten kontralateralen Extremität aus, was als Cross-Education- oder Cross-Transfer-Effekt bekannt ist. Das Ausmaß des Cross-Trainings-Effekts auf die Muskelkraft beträgt circa 20%, wobei die Wirkung auf die Muskeln der unteren Extremität (27%) größer ist als die der oberen Extremität (13%). Die Autoren untersuchten deshalb, wie sich drei verschiedene unilaterale isoinertiale Krafttrainingsprotokolle mit exzentrischer Mehrbelastung auf

Literatur

Lepley LK, Stoneback L, Macpherson PCD et al. *Eccentric exercise as a potent prescription for muscle weakness after joint injury. Exerc Sport Sci Rev* 2023; 51 (3): 109-116.

die Magermasse und die Muskelfunktion am trainierten und nicht-trainierten Bein auswirkt. Isoinertial bezeichnet eine Trainingsart, bei der über den gesamten Bewegungsbereich ein konstanter Widerstand und eine maximale Muskelkraft in jedem Winkel ermöglicht und aufrechterhalten werden.

Methodik

Die Forscher wiesen körperlich aktive Studenten nach dem Zufallsprinzip einer von drei Trainingsgruppen oder einer Kontrollgruppe zu (n = 10 pro Gruppe). Die Teilnehmer (männlich) der Trainingsgruppen führten zweimal wöchentlich über einen Zeitraum von sechs Wochen ein isoinertiales unilaterales Kniebeuge-Training für das dominante Bein durch (4 Sätze à 7 Wiederholungen). Eine Trainingsgruppe verwendete ein herkömmliches Schwungrad, die beiden anderen Gruppen ein Elektromotorgerät, das im isoinertialen Modus mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten während der exzentrischen Phasen konfiguriert war (100% oder 150% der Geschwindigkeit der konzentrischen Phase). Die Wissenschaftler verglichen, wie sich die Magermasse des Oberschenkels, die Leistung bei der unilateralen Beinpresse bei einer Wiederholung (1-RM), die Muskelkraft bei 40-80% des 1-RM und die Höhe des unilateralen vertikalen Sprungs vor und nach dem Training veränderten.

Ergebnisse

In der Kontrollgruppe veränderte sich keine der Variablen. Alle Trainingsgruppen zeigten im trainierten dominanten Bein ähnliche Zunahmen der 1-RM-Kraft (22,4-30,2%), der Magermasse (2,5-5,8%), der Muskelkraft (8,8-21,7%) und der vertikalen Sprunghöhe (9,1-32,9%). Im nicht trainierten Bein nahm die 1-RM-Kraft um 22-27,8% zu, ohne dass es signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gab. Die Höhe des unilateralen Vertikalsprungs (6,0-32,9%) und die Muskelkraft (6,8-17,5%) nahmen beim nicht-trainierten Bein ebenfalls zu, ohne signifikante Unterschiede zwischen den Trainingsgruppen.

Diskussion

Die Studie wurde lediglich über einen Zeitraum von sechs Wochen an männlichen Probanden durchgeführt. Es wäre von Interesse, die Anpassungen sowohl nach längeren Trainingsperioden als auch an weiblichen Probandinnen zu

Blood Flow Restriction Training der oberen Extremität

Was sind die optimalen Parameter?

Hintergrund

Schulterpathologien treten häufig auf und stellen ein großes Problem bei Überkopf- und Wurfspielern dar. Nach einer Verletzung oder Operation wird der Fortschritt oft durch Schmerzen und funktionelle Beeinträchtigungen, die manches Mal über Monate anhalten, gebremst. Das Blood Flow Restriction Training (BFRT) erfreut sich zunehmender Beliebtheit, um die Wiederherstellung der Funktion in dieser Population zu beschleunigen. Das BFRT ist eine

erforschen. Außerdem wäre ein Vergleich des Ausmaßes der Cross-Education zwischen traditionellem konzentrisch-exzentrischem, rein exzentrischem und exzentrisch akzentuiertem isoinertialen Krafttraining wünschenswert.

Konklusion

Die drei Varianten des Krafttrainings mit exzentrischer Mehrbelastung führten zu ähnlichen neuromuskulären Veränderungen im trainierten und untrainierten Bein, was darauf hindeutet, dass durch das Training starke Cross-Education-Effekte ausgelöst wurden.

Literatur

Maroto-Izquierdo S, Nosaka K, Blazeovich AJ et al. Cross-education effects of unilateral accentuated eccentric isoinertial resistance training on lean mass and function. *Scand J Med Sci Sports* 2022; 32 (4): 672-684.

therapeutische Methode, bei der Kompression auf eine proximale Extremität über eine spezielle Manschette ausgeübt wird, die den Blutfluss zur distalen kontrahierenden Muskulatur während des Trainings teilweise einschränkt. Als Ergebnis hat sich gezeigt, dass Stressreaktionen auf vorübergehende Hypoxie, Metabolitenakkumulation und mechanische Belastung zu einer Steigerung der anabolen Signalübertragung, der Skelettmuskelhypertrophie und der Kraft führen, wenn die BFR mit geringer Belastung/Intensität (<30% des 1-Wiederholungs-Maximums) in ähnlichem Maße wie bei einem Training mit hoher Intensität durchgeführt wird. Derzeit sind die Auswirkungen des Okklusionsdrucks während der BFRT auf die Muskelaktivität in der proximalen Schulter jedoch unbekannt.

Methodik

Ziel dieser kontrollierten Laborstudie war es, die elektromyografische Aktivität der Schultergelenkmuskulatur unter verschiedenen prozentualen Okklusionsdrücken zu vergleichen. Die amerikanischen Forschenden aus Texas rekrutierten hierfür 15 gesunde Erwachsene. Die Proband*innen absolvierten vier experimentelle Durchgänge, in denen sie drei Übungen für die Rotatorenmanschette mit geringer Intensität (20% Maximalkraft) bis zum Versagen durchführten: Außenrotation und Innenrotation am Kabelzug und Kurzhantel-Scaption. Die Übungen wurden mit unterschiedlichem Okklusionsdruck (0%, 25%, 50% und 75%) am proximalen Arm durchgeführt. Die elektromyografische Aktivität zeichneten die Forschenden proximal der Okklusionsstelle auf.

Ergebnisse

Die Aktivierung der proximalen Schultergelenkmuskulatur nimmt mit steigendem Okklusionsdruck zu. Allerdings ist die Wirkung jenseits des 50-%igen Okklusionsdrucks rückläufig und geht mit einer deutlichen verringerten Leistungsfähigkeit und zunehmendem Unbehagen einher. Insgesamt scheinen die Ergebnisse darauf hinzudeuten, dass ein Okklusionsdruck von 25 - 50% der am besten geeignete Bereich wäre.

Diskussion

In der Studie waren nur eine geringe Anzahl gesunder Personen eingeschlossen, was die Übertragbarkeit auf Patient*innen einschränkt. Zudem nutzten die Forschenden lediglich (Oberflächen-)EMG – was keine direkten Schlüsse auf wichtigere Outcomes wie Hypertrophie und Kraft zulässt. Eine Empfehlung hieraus abzuleiten ist demnach schwierig. Eine weitere Einschränkung besteht darin, dass die Übungen (lediglich ein Satz) von zuvor untrainierten Erwachsenen isoliert durchgeführt wurden und nicht in ein umfassenderes Trainingsprogramm eingebunden waren, wie es üblich ist.

Konklusion

Es gibt mehrere Unterschiede hinsichtlich der Muskelaktivierung im Bereich der Schulter je nach Übung und Okklusion. Eine Erhöhung der prozentualen Okklusion der Extremität führt zu einer Erhöhung der elektromyografischen Aktivität; mit geringeren Effekten jenseits von 50 % Okklusionsdruck, wenn man Muskelaktivierung, Beschwerdeempfinden und mögliches Trainingsvolumen berücksichtigt.

Literatur

Roehl T, Lambert BS, Ankersen J et al. *Optimal Blood Flow Restriction Occlusion Pressure for Shoulder Muscle Recruitment With Upper Extremity Exercise. Am J Sports Med.* 2023 Jun;51(7):1859-1871.

2.2 Ausdauer

Paralleles Ausdauer- und Krafttraining für ambitionierte Sportler*innen sinnvoll?

Wer seine Muskelmasse erhöhen will, sollte möglicherweise das Radfahren dem Laufen als Ausdauertraining vorziehen.

Hintergrund

Die Hypertrophie der Muskulatur scheint durch gleichzeitiges Ausdauer- und Krafttraining im Vergleich zum alleinigen Krafttraining nicht negativ beeinflusst zu werden. Allerdings gibt es in der Literatur Widersprüche hinsichtlich der Auswirkungen von parallelem Training auf die Myofaserhypertrophie. Abgesehen von den gesundheitlichen Aspekten erfordern viele Sportarten, dass Athlet*innen gleichzeitig verschiedene Trainingsmodalitäten in ihr Programm einbeziehen. Da Ausdauer- und Krafttraining entgegengesetzte physiologische Anpassungen hervorrufen, wurde die Frage aufgeworfen, ob die Skelettmuskulatur gleichzeitige Reize aus Ausdauer- und Krafttraining verarbeiten kann, ohne die gewünschten Anpassungen zu beeinträchtigen.

Methodik

In der Studie untersuchten Forschende systematisch, inwieweit das gleichzeitige Training von Ausdauer und Kraft im Vergleich zum alleinigen Krafttraining die Anpassungen der Muskelfasergröße vom Typ I und II beeinflusst. Sie führten zudem Subgruppenanalysen durch, um die Auswirkungen der Art des Ausdauertrainings, der Trainingsweise, der Reihenfolge, der Trainingshäufigkeit, des Alters und des Trainingsstatus zu analysieren. Die Autor*innen nutzten hierzu eine systematische Literaturrecherche mit Metaanalyse gemäß den PRISMA-Leitlinien (Pre-

ferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Aus den Datenbanken PubMed/MEDLINE, ISI Web of Science, Embase, CINAHL, SPORTDiscus und Scopus schlossen sie 15 Studien ein.

Ergebnisse

Die geschätzte standardisierte Mittelwertdifferenz betrug - 0,23 für die Muskelfaserhypertrophie. Die standardisierten Mittelwertdifferenzen betrugen - 0,34 und - 0,13 für die Hypertrophie der Typ-I bzw. Typ-II-Fasern. Ein negativer Effekt des gleichzeitigen Trainings wurde für die Typ-I-Fasern beobachtet, wenn das Ausdauertraining durch Laufen, aber nicht durch Radfahren durchgeführt wurde. Keine der anderen Subgruppenanalysen ergab Unterschiede zwischen den Gruppen.

Diskussion

Viele der einbezogenen Studien waren mit geringen Probandenzahlen. Zudem ist die Reliabilität von Messungen der Muskelfasergröße eher gering. Bei der Interpretation von Daten zur Muskelfasergröße aus einzelnen Biopsien ist Vorsicht geboten. Es sollte auch beachtet werden, dass die Mehrheit der eingeschlossenen Studien nur von moderater Qualität waren.

Konklusion

Im Gegensatz zu früheren Erkenntnissen über die Hypertrophie der Muskulatur deuten die vorliegenden Ergebnisse darauf hin, dass ein gleichzeitiges Ausdauer- und Krafttraining eine geringfügige negative Auswirkung auf die Faserhypertrophie haben könnte, verglichen mit einem alleinigen Krafttraining. Vorläufige Erkenntnisse zeigen, dass dieser Effekt stärker ausgeprägt sein könnte, wenn das Ausdauertraining durch Laufen im Vergleich zum Radfahren durchgeführt wird, zumindest für Typ-I-Fasern.

Literatur

Lundberg TR, Feuerbacher JF, Sünkeler M et al. *The Effects of Concurrent Aerobic and Strength Training on Muscle Fiber Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med. 2022; 52 (10): 2391-2403.*

2.3 Beweglichkeit

Dehnen statt Krafttraining für Muskelzuwachs?

Ein alternativer Ansatz aus der (Tier-) Wissenschaft

Hintergrund

Die Steigerung der Muskelkraft und der Muskelquerschnittsfläche ist von entscheidender Bedeutung für die Verbesserung oder den Erhalt der körperlichen Funktion in der muskuloskeletalen Rehabilitation und im Sport. Vor allem in Phasen reduzierter körperlicher Aktivität oder Immobilisation. Es gibt Bedarf an alternativen, leicht zugänglichen Trainingsprogrammen für Personen mit einem sitzenden Lebensstil und zur Optimierung von Präventions- und Rehabilitationsmaßnahmen. Dehnen ist bekanntlich ein Weg zur Verbesserung der Flexibilität, während Krafttraining in der Regel zur Steigerung der Kraftfähigkeit und Hypertrophie eingesetzt wird. Beide Trainingsmethoden erzeugen mechanische Spannung. Ein Faktor, von dem bekannt ist, dass er anabole Signale stimuliert und dadurch die Proteinsynthese verbessert. Erkenntnisse aus Tierstudien deuten darauf hin, dass hochvolumiges Dehnen dieselbe mechanische Spannung erzeugt, um die Proteinsynthese und damit die Muskelhypertrophie zu steigern.

Methodik

Die Autor*innen diskutierten in einem narrativen Review die durch mechanische Spannung induzierten physiologischen Anpassungen und ihre Auswirkungen auf Muskelhypertrophie und Kraftzuwachs. Darüber hinaus analysierten sie die Forschung zur dehnungsinduzierten Hypertrophie. Außerdem sichteten sie die aus der Tierforschung stammende Dehnliteratur, die die Auswirkungen des statischen Dehnens auf morphologische und funktionelle Anpassungen untersucht und diskutierten diese kritisch.

Ergebnisse

In den Studien, die über funktionelle und morphologische Steigerungen beim Menschen berichteten, wurden Dehnzeiten von mehr als 30 Minuten pro Einheit für die Plantarflexoren beschrieben, was auf die Bedeutung eines hohen Dehnvolumens hinweist. Wenn das Ziel darin besteht, Muskelmasse und Maximalkraft zu steigern. Daher scheint die praktische Anwendbarkeit auf die Situationen beschränkt zu sein, in denen kein Krafttraining möglich ist (z. B. in einem immobilisierten Zustand zu Beginn der Rehabilitation), da Widerstandstraining an sich deutlich zeitsparender ist.

Diskussion

Da in keiner Studie die Signalwege oder die Muskelproteinsyntheserate untersucht wurden, können die zugrundeliegenden Mechanismen nur anhand von Tierversuchen erörtert werden

und bleiben daher beim Menschen spekulativ. Zudem wurden beim Menschen nur über Hypertrophie-Effekte bei lang anhaltenden statischen Dehnungen der Plantarflexoren (dauerhaftes Dehnen von ≥ 30 Minuten pro Einheit) berichtet.

Konklusion

In Situationen, in denen es keinen Zugang oder keine Möglichkeit zum Krafttraining gibt, sollte die Möglichkeit einer dehnungsinduzierten Muskelhypertrophie in Betracht gezogen werden, insbesondere bei eingeschränkter körperlicher Aktivität oder längeren Phasen der Ruhigstellung nach Verletzungen oder Operationen. Es

2.4 Koordination

Kontextuelle Interferenz des Motorischen Lernens

Kombination aus zufälliger und fehlerfreier Übungsausführung bei Anfängern am sinnvollsten

Hintergrund

Der kontextuelle Interferenzeffekt besagt, dass sich die Abfolge von Trainingsinhalten auf den Erwerb von motorischen Fähigkeiten auswirkt. Wenn im Training verschiedene Aufgaben geübt werden, interferieren die Lernprozesse miteinander, man spricht von kontextueller Interferenz. Das Erlernen verschiedener Aufgaben für aufeinanderfolgende und feinmotorische Bewegungen bei Erwachsenen gelingt besser, wenn es unter zufälligen Bedingungen erfolgt (=Ausführung von Aufgaben in einer nicht vorhersehbaren Reihenfolge), als wenn das Übungsprogramm blockweise erfolgt (=Abschluss von Aufgaben in denselben Fertigungsgruppen, bevor man zu einer neuen Aufgabe übergeht). Die Forschung zeigt, dass eine blockweise im

sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um Nachweise in verschiedenen menschlichen Populationen (Sportler*innen, Personen mit einem sitzenden Lebensstil und Reha-Patient*innen) zu gewinnen und die Dehnungsintensität zu quantifizieren.

Literatur

Warneke K, Lohmann LH, Lima CD et al. *Physiology of Stretch-Mediated Hypertrophy and Strength Increases: A Narrative Review. Sports Med 2023; doi: 10.1007/s40279-023-01898-x.*

Vergleich zu einer zufälligen Übungsstruktur zu einer besseren motorischen Leistung während der Übungsphase führt; hingegen führt eine zufällige Übungsstruktur zu einer besseren Lernleistung (z. B. im Hinblick auf die Gedächtnis- und Transferleistung). Dieser paradoxe Befund wird als kontextueller Interferenzeffekt bezeichnet. Außerdem weisen Forschende auf die entscheidende Rolle der Fehlerverarbeitung beim Erwerb motorischer Fähigkeiten hin: Man geht davon aus, dass Lernende beim Auftreten eines Fehlers versuchen, herauszufinden, warum das gewünschte Ergebnis nicht erreicht werden konnte, und so ihre Leistung für die Zukunft verbessern. Daher führt ein fehlerhafter Versuch möglicherweise zu größeren kognitiven Anforderungen aufgrund der zusätzlichen Verarbeitung.

Methodik

120 männliche Teilnehmer im durchschnittlichen Alter von 21 Jahren wurden nach dem Zufallsprinzip einer von acht Gruppen zugewiesen. Die Probanden erlernten in allen Versuchsphasen eine Dart-Wurftechnik. Ziel der Studie war es, die Auswirkung eines kombinierten Übungsmodells (Kombination von blockweisen, seriellen und zufälligen Übungsplänen unter fehlerfreien und fehlerhaften Übungsstrukturen)

auf das Lernen und die Automatisierung der Dart-Wurfaufgabe zu untersuchen.

Ergebnisse

Die Auswirkung von fehlerfreien und fehlerhaften Bedingungen auf das Automatisierungsniveau der Teilnehmer hängt von der Übungsstruktur ab, wobei fehlerfreie Bedingungen eine größere Automatisierung bei zufälligem Üben fördern, fehlerhafte Bedingungen eine größere Automatisierung bei seriellem Üben, und kein Unterschied im Automatisierungsniveau zwischen fehlerfreien und fehlerhaften Bedingungen bei einer blockweisen Übungsstruktur gefunden wurde.

Diskussion

Bei der Dart-Wurfaufgabe mit Anfängern hatte die Kombination aus zufälliger Übungsstruktur mit Übungen von größtmöglicher Ähnlichkeit und reduzierter Fehlerverarbeitung Vorteile für den Lernprozess. Eine Limitation dieser Studie ist die fehlende Evaluation der kognitiven Anstrengung der Teilnehmer. Außerdem handelte es sich bei der Aufgabe um eine Fertigkeit mit geringem Schwierigkeitsgrad, durchgeführt von jungen gesunden Dart-unerfahrenen Teilnehmern. Dies lässt keine Generalisierbarkeit auf andere Populationen zu.

Konklusion

Die Kombination aus zufälliger und fehlerhafter Übungsstruktur scheint nicht optimal zu sein und erhöhte die Schwierigkeit der Übungsaufgabe zu sehr, als dass ein Lernen möglich gewe-

sen wäre. Das motorische Lernen fällt bei Anfängern geringer aus, wenn zu viele Informationen verfügbar sind und verarbeitet werden müssen. Darüber hinaus kann die Fehlerzunahme negative psychologische Konsequenzen haben und das Motivationsniveau verändern, was sich negativ auf das Lernen auswirken kann. Hingegen schnitten die Teilnehmer der Gruppe mit zufälliger und fehlerfreier Übungsausführung in den Transfertests besser ab, was auf ein höheres Automatisierungsniveau nach fehlerfreiem Üben schließen lässt.

Literatur

Ramezanzade H, Saemi E, Broadbent DP et al. *An Examination of the Contextual Interference Effect and the Errorless Learning Model during Motor Learning. J Mot Behav* 2022; 54 (6): 719-735.

Welche Übungen verbessern das reaktive Gleichgewicht bei Älteren?

Aufgabenspezifische Trainingsintervention im Hinblick auf die zu bewältigende posturale Perturbation und Reaktion sinnvoll

Hintergrund

Die Weltgesundheitsorganisation berichtet, dass etwa 28 bis 35% der Menschen über 65 Jahren jedes Jahr mindestens einmal stürzen, wobei die Häufigkeit von Stürzen mit dem Alter und der Gebrechlichkeit zunimmt. Die Fähigkeit, reaktiv das Gleichgewicht beizubehalten während einer instabilen Situation, ist die letzte Abwehrmaßnahme, um einen Sturz zu verhindern. Wissenschaftler aus den USA überprüften und bewerteten, wie wirksam verschiedene übungsbasierte Maßnahmen zur Verbesserung des reaktiven Gleichgewichts bei älteren Erwachsenen sind.

Methodik

Die Autoren schlossen 39 RCTs mit insgesamt 1.388 Personen im durchschnittlichen Alter von 65 Jahren und 17 verschiedene Arten von Trainingsmaßnahmen in ihre Netzwerk-Metaanalyse ein. Das Protokoll wurde prospektiv in der PROSPERO-Datenbank registriert und in Übereinstimmung mit den PRISMA-Richtlinien für Netzwerk-Metaanalysen durchgeführt.

Ergebnisse

Reaktives Gleichgewichtstraining als Einzelmaßnahme wies die höchste Wahrscheinlichkeit auf, die beste Intervention zur Verbesserung des reaktiven Gleichgewichts zu sein, und hatte die größten relativen Auswirkungen im Vergleich zu einer kontrollierten Intervention ohne Übungen. Die Intervention, die eine Gleichgewichtsübung mit einer oder mehreren mechanischen posturalen Perturbationen während der Übung beinhal-

tet, ein reales Sturzscenario simuliert und eine Wiederherstellung des Gleichgewichts herbeiführt, ist wirksamer als jede andere Trainingsintervention, um das reaktive Gleichgewicht bei älteren Erwachsenen zu verbessern. Wichtig ist auch, dass ein Schnellkrafttraining einen größeren Einfluss auf das reaktive Gleichgewicht zu haben scheint, als die anderen untersuchten Interventionen.

Diskussion

Die Interpretation der Ergebnisse ist aufgrund der geringen Stichprobengröße und des wahrscheinlichen Risikos einer Verzerrung in den eingeschlossenen Studien eingeschränkt. Zum Beispiel umfassten nur zwei Studien insgesamt mehr als 100 Teilnehmende. Außerdem bestand eine Heterogenität bei den Teilnehmenden und den Trainingsmaßnahmen.

Konklusion

Ein aufgabenspezifisches reaktives Gleichgewichtstraining könnte die optimale Intervention zur Verbesserung des reaktiven Gleichgewichts bei älteren Erwachsenen darstellen. Die kognitiven Prozesse, die Muskelsynergien und die nachfolgenden kinematischen Strategien, um der Perturbation entgegenzuwirken, werden vollständig von den Parametern der Perturbationen bestimmt, wie z. B. der Art, der Größe, der Richtung und dem Angriffspunkt, und das reaktive Gleichgewicht verbessert sich bei den Aufgaben, die speziell mit denselben Parametern trainiert werden. Ein Schnellkrafttraining sollte als sekundäre Trainingsmaßnahme zusätzlich in Betracht gezogen werden.

Literatur

Kim Y, Vakula MN, Bolton DAE et al. *Which Exercise Interventions Can Most Effectively Improve Reactive Balance in Older Adults? A Systematic Review and Network Meta-Analysis. Front Aging Neurosci* 2022; 13: 764826.

Fortbildung in der Schweiz!

Wir unterhalten eine exklusive Kooperation mit dem Kursanbieter physiofobi und der Schulthess Klinik in der Schweiz. Unser Ziel ist es, qualitativ hochwertige Weiterbildungen in der Schweiz zu platzieren.



Fortbildungen für
Orthopädische Medizin
und Manuelle Therapie

3 Körperliche Aktivität

Wann ist hochintensives Intervalltraining zu viel?

Um Übertraining zu vermeiden max. 9% der Übungsdauer über 90% der HFmax trainieren

Hintergrund

Hochintensives Intervalltraining (HIIT) ist eine Trainingsform, bei der kurze Intervalle aerober Aktivität über 90% der maximalen Herzfrequenz (HFmax) sich mit aktiver oder inaktiver Erholung abwechseln. Ein komplexes Zusammenspiel zwischen der Anzahl der Intervalle, den Belastungsintensitäten und der Dauer der Belastungs- und Erholungsphasen bestimmt das Trainingspensum einer solchen Einheit. HIIT ist effektiv, zeitsparend und attraktiv, um Ergebnisse zu erzielen. Diese Eigenschaften führen oft dazu, dass Einzelpersonen große Zeitspannen im Bereich von mehr als 90% der HFmax trainieren, was ab einem gewissen Punkt keine physiologischen Vorteile mehr bietet und sogar zu Überanstrengung oder Verletzungen führen kann. Die zunehmende Verbreitung und Beliebtheit des Intervalltrainings erfordert deshalb zusätzliche Leitlinien für die Trainingsparameter. Die Messung des Speichelcortisols dient der Bestimmung von Stress durch kontinuierliches Training, da höhere Ruhewerte oder verringerte Spitzenwerte nach hochintensivem Training auf eine chronische Ermüdung hindeuten und ein Zeichen für Überanstrengung sein können.

Methodik

Insgesamt 35 gesunde Erwachsene, die regelmäßig durchschnittlich acht Stunden pro Woche trainierten, zeichneten drei Wochen lang bei jeder Trainingseinheit ihre Herzfrequenz auf. Später durchliefen sie einen Untersuchungstag, der aus zwei 30-minütigen hochintensiven Intervalltrainingseinheiten bestand, die durch

eine 4-stündige Ruhepause getrennt waren. Die einzelnen Intervalle variierten zwischen 20 und 120 Sekunden und beinhalteten Liegestütze, High Knees, Jumping Lunges, Squat Jumps, Heel Tap Jumps, Tuck Jumps und Burpees. Die Autoren entnahmen Speichelproben vor, unmittelbar nach und 30 Minuten nach jeder Trainingseinheit, um die Veränderungen der Cortisolkonzentration zu ermitteln.

Ergebnisse

Personen mit 4-9% der Gesamttrainingszeit pro Woche (=ca. 30-40 min bei 8 Std Training pro Woche) über 90% HFmax hatten die höchste Speichelcortisolkonzentration nach HIIT. Es bestand eine Korrelation zwischen der wöchentlichen Trainingszeit bei einer Intensität von mehr als 90% der HFmax und den mit Übertraining verbundenen Variablen. Die Cortisolkonzentration im Speichel schwankte bei den Personen, die >40 Minuten pro Woche in diesem extremen Bereich trainierten, weniger (→eine verminderte Cortisolreaktion steht in Zusammenhang mit einem Übertraining).

Diskussion

Die Effektstärken der Ergebnisse waren gering und höchstwahrscheinlich durch die kleine Stichprobengröße begrenzt. Die Angabe der Gesamtzeit ist nur eine Schätzung, die je nach Fitnessniveau und Trainingsintensität variieren kann. Zudem handelte es sich bei den Teilnehmenden um gesunde Erwachsene und die meisten von ihnen waren Frauen, was eine Übertragbarkeit auf weitere Bevölkerungsgruppen limitiert.

Konklusion

4-9% der Gesamttrainingszeit über 90% der HFmax ist die optimale Dauer, um die Fitness zu maximieren und Symptome im Zusammenhang mit einer Überlastung zu minimieren. Dies entspricht 30-40 Min der empfohlenen Zeit pro Woche in der höchsten Zone (basierend auf 8 Std Training / Woche).

Literatur

Gottschall JS, Davis JJ, Hastings B et al. Exercise Time and Intensity: How Much Is Too Much? *Int J Sports Physiol Perform* 2020; 15 (6): 808-815.

Nicht nur ein Stoffwechselabfallprodukt

Eine moderne Sichtweise auf Laktat als Signalmolekül

Hintergrund

Obwohl Laktat traditionell als Stoffwechselabfallprodukt und Ursache für Muskelermüdung angesehen wurde, hat sich das Verständnis seiner Rolle unter physiologischen und pathophysiologischen Bedingungen revolutioniert. Laktat kommt in millimolaren Konzentrationen in Muskeln, Blut und anderen Geweben vor und kann aufgrund von erhöhten Produktionsmengen und Einschränkungen beim Abbau um ein Vielfaches ansteigen. Es ist ein Signalmolekül und Treiber biochemischer und physiologischer Prozesse. Es bewegt sich und sendet Signale innerhalb und zwischen Zellen, Organen und Geweben.

Methodik

Die Autor*innen diskutieren die verschiedenen Rollen von Laktat als Myokin und Exerkin in einer umfassenden Übersichtsarbeit.

Ergebnisse

Je nach Situation, ob in Ruhe und in körperlicher Aktivität, nach einer kohlenhydratreichen Mahlzeit, nach einer Verletzung oder bei Erkrankungen, kann Laktat als Myokin oder Exerkin bei auto-, para- und endokrinhähnlichen Prozessen eine Rolle spielen, die von grundlegender und weitreichender Bedeutung sind. So ist Lak-

tat beispielsweise an der Fortpflanzungsbiologie, der Herzversorgung, der Muskelanpassung, Exekutivfunktionen des Gehirns, Wachstum und Entwicklung sowie an der Bekämpfung von Entzündungszuständen beteiligt. Die Überwachung und Signalwege von Laktat sind ein relativ neues und sich schnell veränderndes Gebiet. Als physiologisches Signalmolekül wirkt Laktat sowohl unabhängig als auch im Zusammenspiel mit anderen Signalgebern. Laktat kann zum Beispiel auch als Element von Feedback-Schleifen bei der kardiopulmonalen Regulierung fungieren.

Diskussion

Die bisherige Literatur über Laktat fällt weitgehend in den Bereich der körperlichen Aktivität und des Metabolismus der Nährstoffversorgung. Sobald Forschende jedoch den Blickwinkel ändern und in neue Bereiche der Laktatbiologie vordringen, werden wir besser verstehen, welche weiteren Auswirkungen Laktat haben kann. Von der Empfängnis bis hin zum Alterungsprozess ist Laktat nicht das einzige Myokin oder Exerkin, aber es verdient sicherlich Beachtung als physiologisches Signalmolekül.

Konklusion

Die Signalwege von Laktat sind für den Stoffwechsel, die Redoxbiologie, die mitochondriale Biogenese, die Neurobiologie, die Darmphysiologie, die Appetitregulation, die Ernährung und die allgemeine Gesundheit und Vitalität sehr wichtig.

Literatur

Brooks GA, Osmond AD, Arevalo JA et al. Lactate as a myokine and exerkine: drivers and signals of physiology and metabolism. *J Appl Physiol* (1985) 2023; 134 (3): 529-548.

Hängt die tägliche Schrittzahl mit der Sterblichkeit zusammen?

Positive Auswirkungen bereits ab einer Anzahl von 2.600 Schritten

Hintergrund

Regelmäßige körperliche Aktivität senkt das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und die Gesamtmortalität in der Bevölkerung. Gehen ist eine leicht zugängliche Art der körperlichen Betätigung, die mit handelsüblichen Smartphones oder -watches, Schrittzählern und Beschleunigungsmessern einfach und genau gemessen werden kann. Die minimale und optimale tägliche Schrittzahl zur Verbesserung der Gesundheit ist jedoch nach wie vor unklar.

Methodik

Die Autor*innen führten ein Systematisches Review mit Metaanalyse durch, um die Dosis-Wirkungs-Beziehung von objektiv gemessenen Schrittzählungen in der Bevölkerung zu quantifizieren. Sie suchten in PubMed und EMBASE nach Literatur. Zu den primären Ergebnissen gehörten die Gesamtmortalität und das Auftreten von kardiovaskulären Erkrankungen. Sie schlossen insgesamt 111.309 Personen aus 12 Studien ein.

Ergebnisse

Eine signifikante Risikoreduktion wurde bei

2.517 Schritten/Tag für die Gesamtmortalität (8%-ige Risikoreduktion) und bei 2.735 Schritten/Tag für kardiovaskuläre Erkrankungen (11%-ige Risikoreduktion) im Vergleich zu 2.000 Schritten/Tag als Referenzwert beobachtet. Zusätzliche Schritte führten zu einer nichtlinearen Risikoreduktion der Gesamtmortalität und der kardiovaskulären Ereignisse, wobei die optimale Dosis bei 8.763 (80%-ige Risikoreduktion der Mortalität) bzw. 7.126 Schritten/Tag (51%-ige Risikoreduktion kardiovaskulärer Erkrankungen) lag. Steigerungen von einer niedrigen hin zu einer mittleren bis hohen Kadenz waren mit einer Risikoreduzierung der Gesamtmortalität verbunden. Das Geschlecht hatte keinen Einfluss auf die Dosis-Wirkungs-Beziehung.

Diskussion

Das Risiko einer Verzerrung war zwar gering, dennoch sollte beachtet werden, dass die Anzahl der täglichen Schritte nur zu Studienbeginn untersucht wurde. Das Bewegungsverhalten kann sich im Laufe der Zeit ändern und wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst (z. B. Alter, Geschlecht, sozioökonomischer Status, Krankheitszustand). Wiederholte Messungen der täglichen Schrittzahl könnten die Evidenz weiter stärken.

Konklusion

Bereits eine Schrittzahl von 2.600 bzw. 2.800 Schritten pro Tag (=Minimaldosis) führt zu signifikanten Vorteilen bei der Mortalität und bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, wobei das Risiko

bis zu einer Schrittzahl von 8.800 bzw. 7.200 Schritten pro Tag (=optimale Dosis) immer weiter sinkt. Zusätzliche positive Auswirkungen auf die Sterblichkeit wurden bei einer mittleren bis hohen Schrittfrequenz im Vergleich zu einer niedrigen Schrittfrequenz festgestellt. Diese Ergebnisse sollten angesichts des leicht verständlichen Konzepts der Schrittzahl die gegenwärtigen Empfehlungen für körperliche Aktivität erweitern. Schrittzahlen könnten so ein vielver-

sprechendes Instrument für die öffentliche Gesundheit werden.

Literatur

Stens NA, Bakker EA, Mañas A et al. Relationship of Daily Step Counts to All-Cause Mortality and Cardiovascular Events. *J Am Coll Cardiol* 2023; 82 (15): 1483-1494.

Osteopathieausbildung

inklusive möglicher Zertifikate:

- Manuelle Therapie
- Krankengymnastik am Gerät
- Vorbereitung auf die große Heilpraktikerprüfung

in München und Stuttgart

Fon +49 175 1202791
E-Mail info@digotor.info
Internet www.digotor.info



4.1 Schmerz

Manualtherapie als Bestandteil der multimodalen Schmerztherapie

Schmerzerfahrung neu konzeptualisieren, Angst und Katastrophisierung reduzieren

Hintergrund

Die Techniken der Manualtherapie beziehen sich auf passive mechanische Maßnahmen mit zielgerichteter therapeutischer Intention. Die Manualtherapie ist in Verbindung mit anderen therapeutischen Methoden Bestandteil der multimodalen muskuloskelettalen Schmerztherapie. Sie umfasst Verfahren wie leichte Berührung, Manipulation der Gelenke mit Druck und Mobilisation ohne Druck. Es gibt widersprüchliche Evidenz darüber, ob eine Subklassifikation der Personen, die am ehesten von Manualtherapie profitieren, die Ergebnisse im Vergleich zu einem "one-size-fits-all"-Behandlungsansatz verbessern könnte.

Methodik

Eine hybride Konsensumfrage umfasste 18 Expert*innen, die sich in verschiedenen Arbeitsgruppen engagierten, sowie eine Umfrage unter externen Kliniker*innen (n=96). Der Expertenrat erstellte theoretische Behandlungskonzepte für nozizeptive, nozioplastische und neuropathische Schmerzmechanismen. Die Behandlungskonzepte wurden dann an Manual- und Schmerzexpert*innen geschickt, die die Konzepte in eine hierarchische Rangfolge brachten. Für jeden Schmerzmechanismus legten sie eine einheitliche Vorgehensweise fest.

Ergebnisse

Theoretische Konzepte wurden für nozizeptive, nozioplastische und neuropathische Schmerzmechanismen erstellt. Vier der zehn Rahmenkon-

zepte waren bei allen Schmerzmechanismen gleich, während bei den anderen sechs bemerkenswerte Unterschiede in den Empfehlungen festgestellt wurden. Für alle drei Schmerzkategorien empfehlen die Exper*innen Modifikationen auf der Grundlage der Patientenreaktion auf die Behandlung und des Schmerzniveaus, einschließlich aktiver Maßnahmen wie Übungen und Anpassung der manualtherapeutischen Techniken. Die Manualtherapie ist als anerkannte Methode innerhalb eines biopsychosozialen, multimodalen Ansatzes und nicht als isolierte Behandlungsoption einzusetzen. Die Behandlungskonzepte unterschieden sich in mehreren Bereichen aber auch deutlich. Sowohl das neuropathische als auch das nozioplastische Rahmenkonzept empfahl ein abgestuftes Anwendungsschema mit weniger aggressiven Techniken zu Beginn, um das Ansprechen auf die Behandlung zu überwachen. Nur das nozizeptive Konzept sieht eine aggressivere Vorgehensweise vor, sobald sich die Symptome gebessert haben. Sowohl das nozizeptive als auch das neuropathische Konzept sprachen sich dafür aus, die eigene Schmerzerfahrung neu zu konzeptualisieren, eine heilende Umgebung zu schaffen und Angst und Katastrophisierung zu reduzieren. Der neuropathische Rahmen gab sehr detaillierte Empfehlungen zur Verbesserung des "Raums" für die Nervenbewegung, um die Durchblutung während der Behandlung von neuralbedingten Erkrankungen zu verbessern.

Diskussion

Das vielleicht bemerkenswerteste Versäumnis ist die fehlende Empfehlung für den Einsatz psychologischer Ansätze (d. h. kognitive Verhaltenstherapie, achtsamkeitsbasierte Stressreduktion oder schmerzneurowissenschaftliche Beratung) im Rahmen des nozizeptiven Ansatzes. Ein weiterer Schwachpunkt der Studie ist, dass die Mehrheit der Beteiligten und Arbeitsgruppen männliche Physiotherapeuten waren. Außerdem leiden viele (möglicherweise die meisten) Schmerzpatient*innen an kombinierten Schmerzmechanismen.

Konklusion

Es gab erhebliche Unterschiede zwischen den empfohlenen Maßnahmen, was darauf hindeutet, dass Therapeut*innen ihre manualtherapeutischen Ansätze auf der Grundlage des dominanten Schmerzmechanismus der Patient*innen auswählen sollten. Das Verständnis der dominanten Schmerzmechanismen kann Kliniker*innen helfen, die Behandlung im Sinne einer zielgerichteten muskuloskelettalen Versorgung zu optimieren.

4.2 Arthrose

Black Box therapeutisches Training

Wirkmechanismen von Übungen bei Gon- oder Koxarthrose weitgehend unbekannt

Hintergrund

Weltweit leiden über 250 Millionen Menschen (5%) an symptomatischer Gon- und Koxarthrose. Therapeutisches Training und Übungen werden in allen internationalen Leitlinien für Personen mit Gon- oder Koxarthrose empfohlen. Dieses beinhaltet geplante, strukturierte, wiederkehrende und zielgerichtete körperliche Aktivität zur Verbesserung oder Linderung der Symptome, einschließlich allgemeinen Kräftigungs-, Flexibilitäts-, Gleichgewichts- oder körperregionenspezifischen Übungen und Ausdauertraining. Dennoch sind die Wirkmechanismen weitgehend unbekannt. Forscher*innen evaluierten deshalb die Einflussfaktoren und Wirkungen therapeutischen Trainings auf Schmerzen und körperliche Funktion bei Personen mit Gon- oder Koxarthrose.

Literatur

Cook CE, Rhon DI, Bialosky J et al. *Developing Manual Therapy Frameworks for Dedicated Pain Mechanisms. J Orthop Sports Phys Ther* 2023; 1 (1): 1-15.

Methodik

Eine Metaanalyse von Einzelteilnehmerdaten erleichtert die Standardisierung über Studien hinweg, ermöglicht die direkte Ableitung gewünschter Informationen und kann längere Nachbeobachtungen, mehr Teilnehmende und mehr Ergebnisse liefern, als in den ursprünglichen Veröffentlichungen berücksichtigt wurden. Die Autor*innen sammelten individuellen Teilnehmerdaten aus zwölf RCTs, in denen therapeutisches Training mit Kontrollgruppen ohne Training bei Personen mit Gon- oder Koxarthrose verglichen wurde. Sie ermittelten, wie und wie stark sich die jeweilige Übungsintervention durch jeden potenziellen Faktor (Muskelkraft, Propriozeption und Bewegungsausmaß) auswirkte.

Ergebnisse

Es lagen Daten von insgesamt 1.407 Teilnehmenden vor. Eine Studie hatte eine Interventionsdauer von 52 Wochen, während alle anderen Studien eine Interventionsdauer zwischen 8 bis 20 Wochen angaben. Innerhalb der einzelnen Datensätze zeigte sich eine statistisch signifikante Auswirkung von therapeutischem Training auf Schmerzen und körperliche Funktion im Vergleich zu keinem Training. Von allen potenziellen Einflussfaktoren war jedoch nur die Veränderung

der Knieextensionskraft statistisch signifikant mit der Veränderung der Schmerzen bei Gonarthrose (2,3% Einfluss) und mit der körperlichen Funktion bei Gon- (2% Einfluss) und Koxarthrose (kein Einfluss) verbunden.

Diskussion

Die Hauptmechanismen, die die Effekte therapeutischen Trainings im Vergleich zu Kontrollgruppen ohne Training bei Arthrose erklären, sind nach wie vor unbekannt. Diese Erkenntnisse tragen zur wachsenden Debatte über das Fehlen spezifischer Wirkmechanismen der Trainingstherapie bei Arthrose und dem zunehmenden Interesse an Kontextfaktoren bei. Psychologische oder soziale Faktoren wurden in der aktuellen Analyse nicht berücksichtigt. Da Edukation oft Teil therapeutischen Trainings ist, könnte die Wirkung von Interventionen, die auf diese Faktoren abzielen, für künftige Forschungen von Interesse sein.

Wie wirken sich verschiedene Leistungssportarten auf den Knorpel aus?

Unter anderem Profi-Fußball und -Klettern erhöhen Risiko für negative Veränderungen

Hintergrund

Knorpel ist ein hochspezifisches Gewebe, das für die reibungslose Fortbewegung des menschlichen Körpers entscheidend ist. Die biomechanische Effizienz des Knorpels ist auf seine Zusammensetzung zurückzuführen: 95% des Knorpelvolumens besteht aus einer extrazellulären Matrix, der verbleibende Prozentsatz setzt sich aus Chondrozyten, Proteoglykanen

Konklusion

Bei Personen mit Gonarthrose machte die Knieextensionskraft nur $\pm 2\%$ der Wirkung des therapeutischen Trainings auf Schmerzen und körperliche Funktion aus. ROM und Propriozeption hatten keinen Einfluss, ebenso wenig wie die Knieextensionskraft bei Personen mit Koxarthrose. Da somit 98% der Wirksamkeit therapeutischer Übungen im Vergleich zu Kontrollgruppen weiterhin nicht erklärt werden konnten, muss mehr geforscht werden, um die zugrunde liegenden Wirkmechanismen zu verstehen.

Literatur

Runhaar J, Holden MA, Hattle M et al. *Mechanisms of action of therapeutic exercise for knee and hip OA remain a black box phenomenon: an individual patient data mediation study with the OA Trial Bank. RMD Open* 2023; 9 (3): e003220.

und nichtkollagenen Proteinen zusammen. Der Knorpel reagiert auf mechanische Reize mit dem Wachstum seines epiphysären Anteils, wenn er dynamischen Druck- und Scherkräften ausgesetzt ist. Mechanische Stimulation stellt einen Schlüsselfaktor für die Induktion molekularer Signalwege für das Wachstum dar. Eine Überbelastung kann jedoch die Hochregulierung katalytischer Enzyme fördern, was zu einer Degradation der Matrix führt. Trotz einiger Schutzmechanismen kann eine wiederholte übermäßige mechanische Überlastung die Alterung der Chondrozyten beschleunigen, die für die Veränderungen des Knorpels verantwortlich ist. Sportliche Aktivitäten mit unterschiedlichen Belastungen in verschiedenen Winkeln, Geschwindigkeiten und Intensitäten können die molekulare Zusammensetzung des Gelenkknorpels beeinflussen.

Methodik

Die Autor*innen untersuchten in einem narrativen Review die langfristigen Auswirkungen verschiedener Sportarten, die auf professionellem Leistungsniveau ausgeübt werden, auf den Knorpel sowohl auf molekularer als auch auf morphologischer Ebene. Sie wollten herausfinden, ob bestimmte Leistungssportarten ein höheres Risiko für negative Knorpelveränderungen haben können. Aus den Datenbanken Medline, PubMed, Scopus und Web of Science schlossen sie 31 Studien mit insgesamt 2.728 Leistungssportler*innen in ihre Analyse ein.

Ergebnisse

Laufen, Schwimmen, Ballett und Handball korrelierten nicht mit einer schädlichen strukturellen oder molekularen Knorpelanpassung; stattdessen zeigten Fußball (Knie- und Sprunggelenke), Volleyball (Kniegelenke), Basketball (Kniegelenke), Gewichtheben (Kniegelenke), Klettern (Schulter- und Interphalangealgelenke) und Rudern (Hüftgelenke) Anzeichen für Knorpelveränderungen und molekulare Anpassungen, die mit einer späteren Degeneration assoziiert sein könnten.

Diskussion

Die inkludierten Studien beschrieben unterschiedliche Techniken zur Beurteilung der Arthrose. In einigen Studien wurden Blut-, Urin- oder Serumproben entnommen, die nicht den Goldstandard wie MRT oder Röntgen darstellen. Dies erschwerte die Zusammenführung und Analyse der Daten. Zudem waren einige der einbezogenen Studien Beobachtungsstudien und hatten keine Kontrollgruppe. Das Geschlecht war mit 76,3% männlichen und 23,7% weiblichen Teilnehmenden nicht ausgewogen. Extremsportarten wurden nicht untersucht und Kampfsportarten waren nicht gut vertreten, da die Stichprobengröße zu klein war. Weitere Untersuchungen mit geeigneteren Studiendesigns sind erforderlich, um eine Schlussfolgerung da-

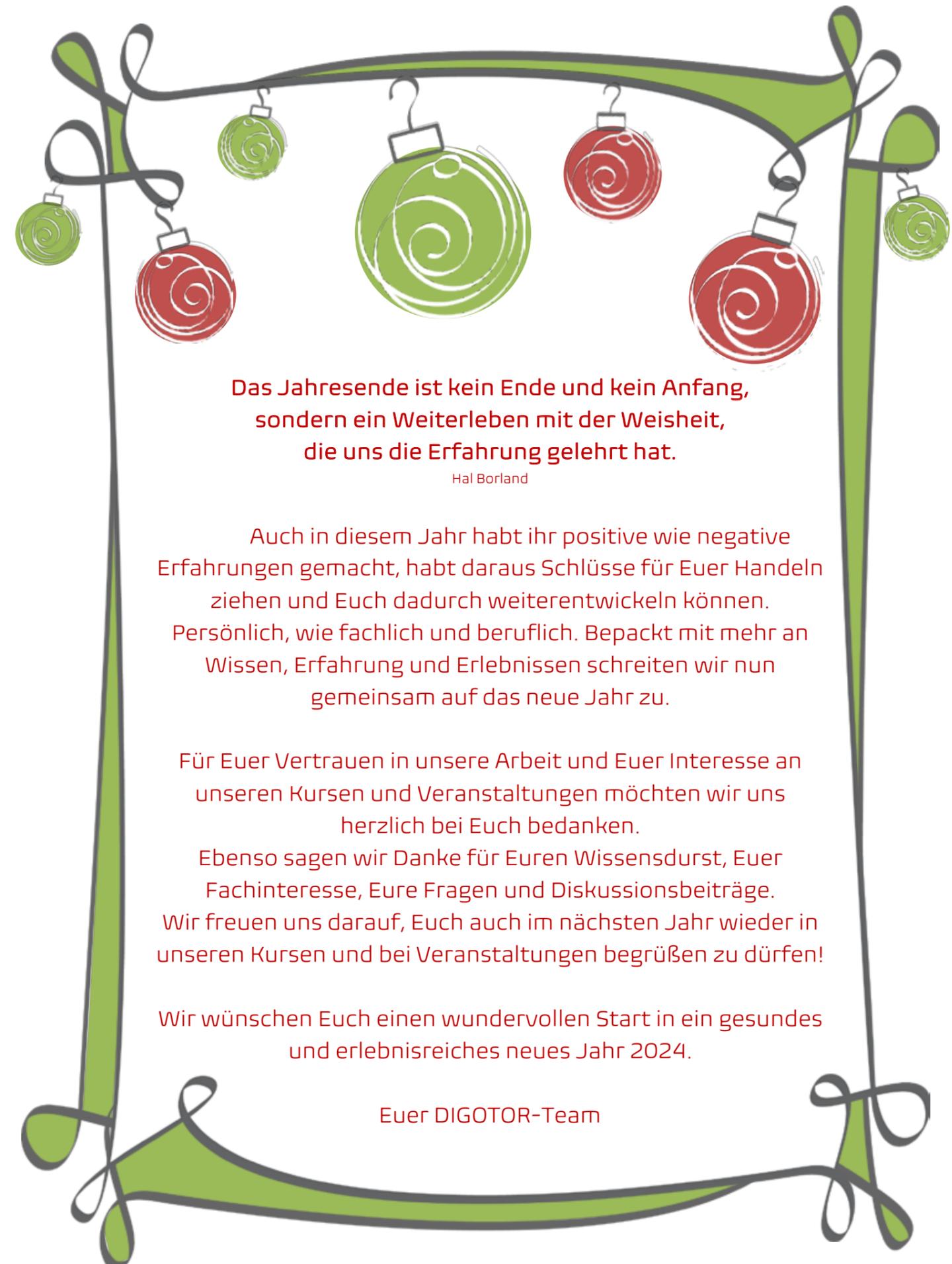
rüber zu ziehen, ob die Ausübung von Profisport ein potenzieller Risikofaktor für die Entwicklung früher gelenkbedingter Erkrankungen sein könnte.

Konklusion

Unterschiedliche Reize und Sportarten rufen unterschiedliche Knorpelveränderungen sowohl auf molekularer als auch auf struktureller Ebene hervor. Es ist wichtig, die mit den Sportarten verbundenen Risiken zu kennen, um Präventionsstrategien im Leistungssport umsetzen zu können.

Literatur

Trovato B, Petrigna L, Sortino M et al. The influence of different sports on cartilage adaptations: A systematic review. *Heliyon* 2023; 9 (3): e14136.



Das Impressum

RehaTrain - Zeitschrift für Prävention, Rehabilitation und Trainingstherapie

Herausgeber:
Fortbildungen für Orthopädische Medizin und Manuelle Therapie
DIGOTOR GbR
Austraße 30
74336 Brackenheim
Deutschland

ISSN 2566-6932 (Online)
ISSN 2512-8000 (Print)

Verlag:
RehaTrain, Selbstverlag
Austraße 30, 74336 Brackenheim Deutschland

Hauptverantwortliche Redakteurin:
Maike Küstner (info@digotor.info)

Redaktion:
Volker Sutor (volker.sutor@digotor.info)
Frank Diemer (frank.diemer@digotor.info)
Nedeljko Goreta (nedi.goreta@digotor.info)
Stephanie Moers (stephaniemoers@googlemail.com)

Abonnement:
Die Zeitschrift RehaTrain erscheint viermal jährlich kostenlos als digitale Version und ist unter www.digotor.info bei Anmeldung zum Newsletter erhältlich.

Gebrauchsnamen:
Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in dieser Zeitschrift berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Namen ohne Weiteres von jedermann benutzt werden dürfen; oft handelt es sich um gesetzlich geschützte eingetragene Warenzeichen, auch wenn sie nicht als solche gekennzeichnet sind.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck (auch auszugsweise) ist nur mit schriftlicher Genehmigung und Quellenangabe gestattet. Der Verlag hat das Recht, den redaktionellen Beitrag in unveränderter oder bearbeiteter Form für alle Zwecke, in allen Medien weiter zu nutzen. Für unverlangt eingesandte Bilder und Manuskripte übernehmen Verlag und Redaktion keinerlei Gewähr. Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung der Autorin bzw. des Autors.

Fort- und Weiterbildungen 2024

keep calm
and call your
therapist...



heimerer 

Auch im Jahr 2024 profitieren Sie von den Seminarangeboten der Heimerer Akademie. An unseren Standorten in Berlin, Dresden, Leipzig, München und Stuttgart können Sie an unseren hochwertigen und praxisorientierten Fort- und Weiterbildungen teilnehmen.

Informieren Sie sich im Internet oder fordern Sie den **Therapiekatalog** direkt an.

Heimerer Akademie GmbH
Hohmannstraße 7b, 04129 Leipzig

0800 2325233 | akademie@heimerer.de
www.heimerer.de    



DIGOTOR

Fortbildungen für Orthopädische Medizin und Manuelle Therapie
DIGOTOR GbR

Austraße 30 · D-74336 Brackenheim

www.digotor.info