

Trauma Berufskrankh 2012 · 14 [Suppl 4]:446–451
 DOI 10.1007/s10039-012-1873-x
 Online publiziert: 15. November 2012
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

S. Gantz¹ · R. Schindel¹ · S. Schneider^{2,3} · M. Schiltenwolf¹ · U. Bolm-Audorff⁴
 F. Eberth⁵ · T. Vaitl⁶ · F. Liebers⁷ · G. Spahn⁸ · J. Grifka⁹

¹ Department Orthopädie, Unfallchirurgie und Paraplegiologie, Universitätsklinikum Heidelberg

² Mannheimer Institut für Public Health, Sozial- und Präventivmedizin, Universitätsmedizin Mannheim, Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg, Mannheim

³ Kompetenzzentrum für Sozialmedizin und betriebliche Gesundheitsförderung, Universitätsmedizin Mannheim, Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg, Mannheim

⁴ Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt, Dezernat Landesgewerbeamt, Regierungspräsidium Darmstadt, Wiesbaden

⁵ Landesamt für Arbeitsschutz Brandenburg, Potsdam

⁶ Regensburger OrthopädenGemeinschaft, Regenstauf

⁷ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Berlin

⁸ Praxisklinik für Unfallchirurgie und Orthopädie Eisenach

⁹ Orthopädische Klinik für die Universität Regensburg, Bad Abbach

Laufsport

Führt Laufsport zu vorzeitigen degenerativen Veränderungen am Kniegelenk?

Hintergrund und Fragestellung

Kniegelenkarthrosen sind die am meisten verbreiteten Gelenkerkrankungen und somit eine der häufigsten Ursachen für Schmerz und körperliche Einschränkungen im höheren Erwachsenenalter. Unter Gonarthrose fasst man alle degenerativen Erkrankungen des Kniegelenks zusammen, die durch eine zunehmende Zerstörung des Gelenkknorpels gekennzeichnet sind. Es gibt zahlreiche Kofaktoren und Korrelate dieser chronisch verlaufenden Krankheit. Dies ist Ansatzpunkt vorliegender Studie, die Gonarthrose als Erkrankung mit multifaktorieller Ätiologie begreift.

Exemplarisch ist die degenerative Veränderung des Kniegelenks hauptsächlich eine Krankheit älterer Personen [9]. Auch Geschlecht [5, 9, 23] und psychische Faktoren [26] wurden als Korrelate identifiziert.

Weniger eindeutig ist die Befundlage zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Gonarthrose. Wie die bisherige Forschung zeigte, variiert das

Arthroserisiko in Abhängigkeit der Sportart [3, 14] und kann im Umkehrschluss auch Grund für eine eingeschränkte Aktivität sein. Vor allem für Sportarten mit Rotationsbelastungen wurden erhöhte Arthroserisiken festgestellt [23].

Angesichts der Popularität des Laufsports – in den vergangenen Jahren entwickelte sich diese bis hin zum *Volkssport Marathonlauf* – aber auch aufgrund der unumstritten positiven Wirkung dieser Sportart für das Herz-Kreislauf-System ist die Abschätzung ihrer Wirkung auf das Gelenksystem wichtig. Bewegung wird einerseits als positiv für die Versorgung des Knorpels mit Gelenkflüssigkeit diskutiert, andererseits gibt es die Befürchtung eines Verschleißes dergestalt, dass die Knorpelqualität den Belastungen, die mit dem Laufen einhergehen, möglicherweise nicht standhält. Die Ergebnisse bisheriger Studien sind folglich ambivalent: Während einige Forschungsarbeiten keine Assoziation zwischen Laufen und Osteoarthrose im Knie fanden [4, 6, 12, 15, 17, 18, 22], zeigten andere eine erhöhte Gonarthroseneigung [2, 24]. Deshalb stellte sich

die in diesem Beitrag behandelte Frage, ob Läufer einem erhöhten Gonarthroserisiko im Vergleich zu Nichtläufern ausgesetzt sind. Ziel der vorliegenden systematischen Übersichtsarbeit ist es, die aktuelle Befundlage exemplarisch am Beispiel des Zusammenhangs zwischen laufsportspezifischer körperlicher Aktivität und Gonarthrose zu erfassen und das komplexe Zusammenspiel anhand von Effektstärken nach den Standards evidenzbasierter Medizin zu quantifizieren.

Durch die Zusammenfassung der empirischen Einzelergebnisse der bisherigen Forschung soll der Einfluss konkurrierender Faktoren – im vorliegenden Fall des Laufsports – auf die Pathogenese der Gonarthrose erhellt werden.

Studiendesign und Untersuchungsmethoden

Literatursuche

Die systematische computergestützte Recherche umfasst Studien, die mit dem festgelegten Suchbegriff „knee“ AND „osteo-

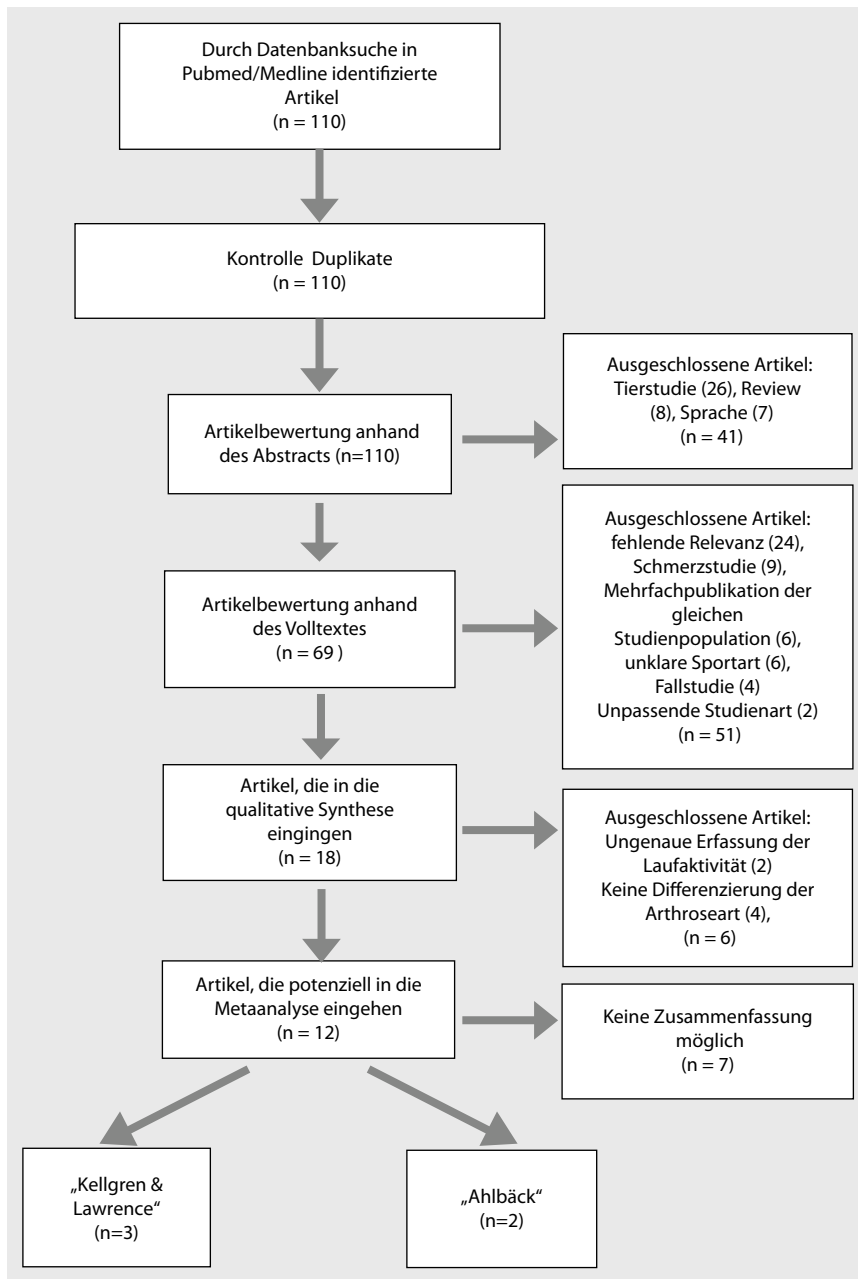


Abb. 1 ▲ PRISMA-Flussdiagramm

arthritis“ AND („running“ OR „marathon“ OR „jogging“) in den Datenbanken Medline und Pubmed bis Anfang November 2009 verschlagwortet zu finden waren. Eine letzte aktualisierende Suche fand im August 2011 statt. Die Suchen unterlagen dabei keinen sprachlichen oder sonstige Einschränkungen. Die Recherche erfolgte in enger Anlehnung an die PRISMA-Kriterien (PRISMA: „preferred reporting items for systematic reviews and metaanalyses“, [19]).

Studiencharakteristika und -auswahl

Einbezogen wurden dementsprechend alle Originalarbeiten, die in Volltextformat als Originalarbeit veröffentlicht wurden. Weitere Kriterien für die Inklusion von Studien in diese Metaanalyse waren, dass es sich um Primärstudien mit quantitativem Studiendesign handelte, die Aussagen zum Thema Laufsport als Korrelat der Gonarthrose erlaubten und in Deutsch oder Englisch bis zum Recherchestichtag,

dem 25.08.2011, publiziert worden waren. Ausgeschlossen wurden tierexperimentell gewonnene Ergebnisse, Arbeiten, in denen lediglich eine Expertenmeinung oder Praxisempfehlungen wiedergegeben wurden, oder Veröffentlichungen, die keine konkreten Daten enthielten, sowie Fallstudien. Auch Übersichtsartikel und Artikel, deren Studiendesign nicht definiert war oder deren Kontrollgruppe nicht beschrieben worden waren, kamen nicht zur Berücksichtigung. Des Weiteren mussten die Studien methodischen Mindeststandards genügen: Lückenhaft dokumentierte Primärstudien wurden von Beginn an ausgeschlossen.

Qualitativ betrachtet sollten die Studien eine eindeutige Definition des Krankheitsbildes der abhängigen Variable Gonarthrose beinhalten, gemessen anhand einschlägiger Scores über nachvollziehbare bildgebende Verfahren wie Röntgen oder MRT-Messungen (MRT: Magnetresonanztomographie). Auch die Variable Laufsport sollte distinkt definiert sein.

Alle identifizierten Studien wurden von 2 unabhängigen Ratern (Erst- und Zweitautor) hinsichtlich der Übereinstimmung mit den Einschlusskriterien auf ihre Relevanz und Passung beurteilt. Die Interraterreliabilität wurde anhand von Cohen's κ berechnet. Diese Interraterkorrelation betrug $\kappa=0,91$ (hohe Konkordanz). Abweichungen der Begutachter wurden diskutiert und Übereinstimmungen entsprechend der Einschlusskriterien gefunden.

Bei der Erstellung des Flussdiagramms (Abb. 1) wurden die Empfehlungen der PRISMA-Gruppe eingehalten [19].

Ergebnisse

Einbezogene Studien

Durch die beschriebene Recherche konnten 110 Studien identifiziert werden (Abb. 1), die keine Duplikate enthielten.

In einem ersten Schritt der Beurteilung wurden alle recherchierten Artikel anhand der Zusammenfassungen und Titel eingeordnet. Basierend auf dieser ersten Analyse wurden 41 Artikel ausgeschlossen. Zentrales Ausschlusskriterium hierbei war die thematische Relevanz. Darun-

ter befanden sich 26 Tierstudien, 8 Übersichtsartikel sowie 7 Sprachausschlüsse.

In einem nächsten Schritt wurden die Volltexte der verbleibenden 69 Studien recherchiert. Nach deren Sichtung wurden weitere 51 Studien ausgeschlossen. Die 3 häufigsten Gründe dafür waren:

- Relevanz – meist Expertenmeinungen oder Praxisempfehlungen – (24),
- Untersuchung von Knieschmerzen (9) und
- Mehrfachpublikation der gleichen Studienpopulation (6).

Durch die anhand der Volltexte aufgearbeitete Literatur verblieben für die qualitative Synthese 18 Veröffentlichungen, welche anhand ihres Datenmaterials und der Eignung für die Zusammenfassung bewertet wurden. Davon wurden weitere 6 Artikel aufgrund fehlender Differenzierung der Arthroseart (4) und ungenauer Erfassung der Laufaktivität (2) ausgeschlossen.

In **Tab. 1** sind alle 12 Studien dargestellt, die nach der qualitativen Synthese potenziell zur metaanalytischen Zusammenfassung zur Auswahl standen.

Bezüglich der Zusammenfassung der Studienergebnisse ist anzumerken, dass eine alle Studien umfassende Auswertung als Metaanalyse aufgrund des unterschiedlichen Studiensetups und verschiedener methodischer Erfassungen bezüglich der Definition der Zielgrößen nicht sinnvoll erschien. Beispielsweise konnten die aktuellsten Kurzzeitinterventionsstudien, die die Gonarthrose über MRT erfassten, trotz gleicher Zielgröße (Gelenkknorpel) aufgrund unterschiedlicher Messmethoden nicht zusammengeführt werden [2, 11, 20, 27]. Auch gab es in 2 Studien keine berichteten Daten, sondern lediglich Grafiken [8, 13]. Die einzige Längsschnittstudie wurde ebenso ausgeschlossen, da auch die darin vorhandene Gonarthrosemessung nicht mit anderen Studien kombiniert werden konnte.

Die verbleibenden 5 Studien [4, 5, 12, 14, 22] wurden entsprechend der Art der Erfassung der Variable Gonarthrose in die Kategorien *Kellgren & Lawrence* [10] und *Ahlbäck* [1] eingeteilt (**Tab. 1**).

Trauma Berufskrankh 2012 · 14 [Suppl 4]:446–451 DOI 10.1007/s10039-012-1873-x
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

S. Gantz · R. Schindel · S. Schneider · M. Schiltenswolf · U. Bolm-Audorff · F. Eberth · T. Vaitl
F. Liebers · G. Spahn · J. Grifka

Laufsport. Führt Laufsport zu vorzeitigen degenerativen Veränderungen am Kniegelenk?

Zusammenfassung

Hintergrund. Die Studie beschäftigt sich mit dem Zusammenhang zwischen Laufsport und degenerativen Veränderungen am Kniegelenk nach den Kriterien der evidenzbasierten Medizin.

Material und Methoden. Die Datenbanken Medline und Pubmed wurden zum Stichtag mittels festgelegter Schlagwörter nach relevanten Primärstudien durchsucht. Von den 110 Treffern konnten insgesamt 12 Studien identifiziert werden, die neben qualitätsbezogenen folgenden Einschlusskriterien genügten: klares Studiendesign, radiologische Untersuchung oder MRT (Magnetresonanztomographie) der Kniegelenke und Definition der Gonarthrose anhand eines etablierten radiologischen Scores, eindeutige Definition

der Sportart. Nur Arbeiten in englischer und deutscher Sprache wurden berücksichtigt. Effektgrößen wurden berechnet.

Ergebnisse. Es wurde keine signifikante Erhöhung des Gonarthrosrisikos unter Lauffern gefunden.

Schlussfolgerung. Die vorliegende Metaanalyse fasst die derzeitige Datenlage bezüglich der Prävalenz degenerativer Veränderungen des Knies zusammen. Es besteht kein feststellbarer Zusammenhang zwischen Laufsport und Gonarthrose.

Schlüsselwörter

Osteoarthritis · Knie · Sport · Laufsport · Joggen

Running. Is running associated with premature osteoarthritis of the knee?

Abstract

Background. Degenerative joint disease is known to be very common among older people. Previous research also showed some significant association between physical activity and osteoarthritis (OA) of the knee in the general population. As jogging is one of the most popular recreational sports activities, this article concentrates on its effects on knee joints. The evidence for this relationship is still inconclusive. Therefore, existing literature was reviewed in a systematic fashion with the purpose of evaluating the association between endurance running and knee OA.

Materials and methods. Medical databases (Medline, Pubmed) were searched according to a defined strategy. Two investigators independently selected 12 studies from a total of 110 in line with the following inclusion criteria: defined study design, radiological investigation or magnetic resonance imaging (MRI)

and definition of osteoarthritis of the knee by an established score and distinct definition of running. The analysis was based on original articles and the last update was made in August 2011. Only studies in English or German language were included. Effect sizes were calculated.

Results. Compared to control groups, runners show no significant increase of risk for degenerative knee joint disease.

Conclusions. The present analysis aimed at integrating the existing data regarding the prevalence of degenerative joint disease of the knee in a comprehensive way. No measurable correlation between running and osteoarthritis of the knee was found.

Keywords

Osteoarthritis · Knee · Sports · Running · Jogging

Zusammenfassung der Ergebnisse

Als Studienergebnis bei *Kellgren & Lawrence* und *Ahlbäck* wurden „odds ratios“ (OR) aus den Studien extrahiert. Aufgrund vorliegender Fallzahlen wurden keine geschlechtsspezifischen Analysen durchgeführt, da unter den Studien, die

potenziell für eine Metaanalyse in Frage kamen, in lediglich 3 Arbeiten beide Geschlechter untersucht worden waren [2, 5, 18]. Die Bestimmung der Effektstärken wurde mit der Software Review Manager 5 (RevMan) des Cochrane Information Management Systems berechnet.

Tab. 1 Nach der qualitativen Synthese verbliebene Studien

Autor	Studienpopulation	Studienergebnis
Boockock et al. 2009 [2]	20 Nichtsportler	Kurzzeitige Deformation des Kniegelenkknorpelvolumens nach Lauf
Chakravarty et al. 2008 [4]	45 Langstreckenläufer und 53 Kontrollen	Langstreckenläufer zeigten kein erhöhtes Arthrosiserisiko.
Felson et al. 2007 [5]	1128 Nichtläufer, 385 bis 6-Meilen-, 674 mehr als 6-Meilen-Läufer	Kein erhöhtes Gonarthrosiserisiko in keiner Laufgruppe
Hohmann et al. 2005 [8]	7 Laufanfänger, 6 Fortgeschrittene und 2 Profis	Bei 7 Laufanfängern: 6 Gelenkergüsse Bei 6 Fortgeschrittenen: 1 Kniegelenkerguss Bei den Profis: kein Erguss
Kessler et al. 2006 [11]	48 Kniegelenke, 30 Athleten	Kurzzeitige Reduktion des Kniegelenkknorpelvolumens nach Lauf für Patella, Tibia und Meniskus nach 5 km, weitere Reduktion nur medialer Meniskus nach 10 und 20 km
Konradsen et al. 1990 [12]	27 Läufer (40 Jahre aktiv) und 27 Nichtläufer	Kein Unterschied für Knorpeldicke, Knorpeldegeneration und Osteophyten
Krampla et al. 2001 [13]	8 Marathonläufer	Keine negativen Langzeiteffekte für Gesunde, 6 hatten keine negativen Effekte, 1 schon vorher und progressiv, 1 hatte vorübergehende Effekte
Kujala et al. 1995 [14]	117 Toplevelathleten (Läufer: 28, Fußballer: 31, Gewichtheber: 29, Schiesser: 29)	Kein erhöhtes Risiko bei Läufern im Vergleich zu anderen Sportarten, Verletzungen erhöhen OA-Prävalenz
Lane et al. 1998 [18]	28 Läufer und 27 Nichtläufer	Vergleichbares Gonarthrosiserisiko für Läufer und Nichtläufer
Mosher et al. 2010 [20]	20 Marathonläufer und 15 Nichtläufer	Femorale Knorpel war dicker bei Marathonläufern als in Kontrollgruppe vor und nach dem Lauf, bei beiden aber geringer nach dem Lauf
Panush et al. 1986 [22]	17 Läufer und 18 Nichtläufer	Kein signifikanter Unterschied zwischen Läufern und Nichtläufern im Bezug auf Osteophyten, Knorpeldicke und M. Ahlbäck
Van Ginckel et al. 2010 [27]	9 Läufer und 10 Kontrollen	Signifikante positive Knorpelvergrößerung bei den Läufern im Vergleich zu den Kontrollen
OA Osteoarthritis		

Die 3 Querschnittstudien, die die Auswirkungen von Laufsport auf Gonarthrose anhand *Kellgren & Lawrence* untersuchten, ergaben anhand einer klinischen Röntgenbeurteilung der Gonarthrose keine signifikanten Unterschiede zwischen Läufern und Kontrollgruppe (■ **Abb. 2, 3**) Die Läufer hatten in 2 der einbezogenen Studien [4, 14] eine geringere Chance, an Gonarthrose zu erkranken, als die Vergleichsgruppe. Hier ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei der Vergleichsgruppe in einer Studie um Athleten anderer Sportarten handelte [14]. In allen 3 Studien wurden Läufer rekrutiert, die retrospektiv eine konstante Laufaktivität aufwiesen. Der gemeinsame Schätzer zeigte kein signifikantes erhöhtes Gonarthrosiserisiko für Läufer im Vergleich zur Kontrollgruppegruppe.

Die 2 im Folgenden kombinierten Querschnittstudien erfassten ebenfalls die Auswirkungen von Laufsport auf die Entwicklung einer Gonarthrose bei männlichen Langstreckenläufern in retrospektiver Langzeitbetrachtung (■ **Abb. 4, 5**). Die Studien verwendeten Vergleichsgruppen mit ähnlichen Merkmalen (Alter) und gleicher Referenzgruppe (Nichtläufer).

Bei Konradsen et al. [12] hatten die Läufer gegenüber den Nichtläufern tendenziell leicht erhöhte Chancen in Richtung der Entwicklung einer Gonarthrose. Diese Tendenz wurde durch die andere Studie [21] nicht unterstützt. Das Gesamtbild zeigte somit keinen Unterschied in den „odds“ und für beide Gruppen ein gleiches Chancenverhältnis, eine Gonarthrose zu entwickeln.

Diskussion

Mit Hilfe der hier vorliegenden systematischen Übersichtsarbeit wurde anhand des bis dato publizierten Datenmaterials der Frage nachgegangen, ob ein Zusammenhang zwischen Laufsport und Gonarthrose besteht. Trotz des konstant hohen Forschungsinteresses an diesem Thema über die letzten Jahre konnte aufgrund der geringen Anzahl vergleichbarer Primärstudien keine umfassende Metaanalyse des Datenmaterials erstellt, sondern lediglich speziell nach Erfassungsart der Arthrose eine Gesamteffektstärke berechnet werden.

Generell wurden Studien berücksichtigt, die Gonarthrose über bildgebende Methoden erfassten, Laufsport als eigen-

ständiges Korrelat für Arthrose im Knie untersuchten und innerhalb derer festgestellt worden war, dass eine Person regelmäßig sportbedingt läuft. Zusätzlich wurde vereinzelt der Schweregrad der Gonarthrose betrachtet, was aber in der Analyse nicht berücksichtigt wurde.

Um eine eindeutige Aussage über diese Thematik treffen zu können, ist eine klare und einheitlich verwendete Definition der Diagnose der Gonarthrose, von Laufsport, aber auch der Studienpopulation von zentraler Bedeutung. Oft scheiterte eine Zusammenfassung der Ergebnisse an lückenhaften Ergebnis- und Studienberichten, wie beispielsweise an fehlenden Definitionen der Kontrollgruppe oder an unterschiedlichen Erfassungen der Läufer oder der Hauptzielgröße Gonarthrose. Dies ist nicht zuletzt auf das polyätiologische Krankheitsbild der Arthrose zurückzuführen. Die Ergebnisse variierten v. a. je nach Definition und der daraus resultierenden Erfassung der Arthrose: Knorpelvolumen, Osteophyten oder Gelenkspaltbreite waren die hauptsächlich verwendeten Methoden der Feststellung einer Osteoarthritis. Ambivalenz zeigte sich insbesondere zwischen den Langzeit- und Querschnittstudien. Wäh-

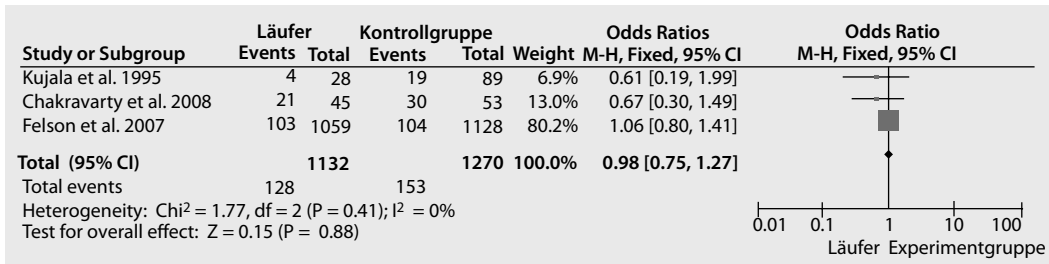


Abb. 2 ◀ Zusammenfassung der auf die Kategorie Kellgren & Lawrence entfallenden Studien, CI Konfidenzintervall

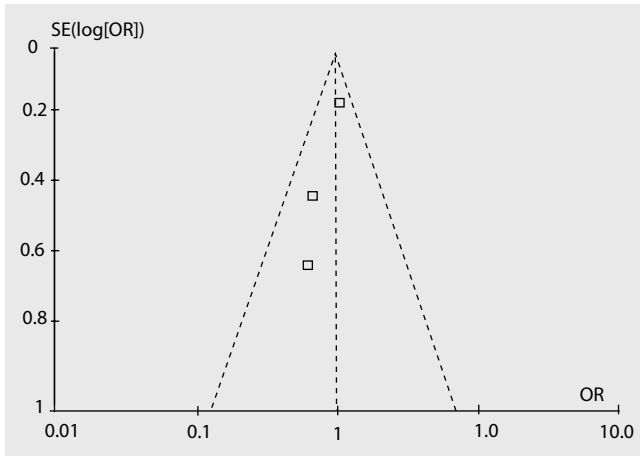


Abb. 3 ▲ Funnel Plot der auf die Kategorie Kellgren & Lawrence entfallenden Studien, OR „odds ratio“

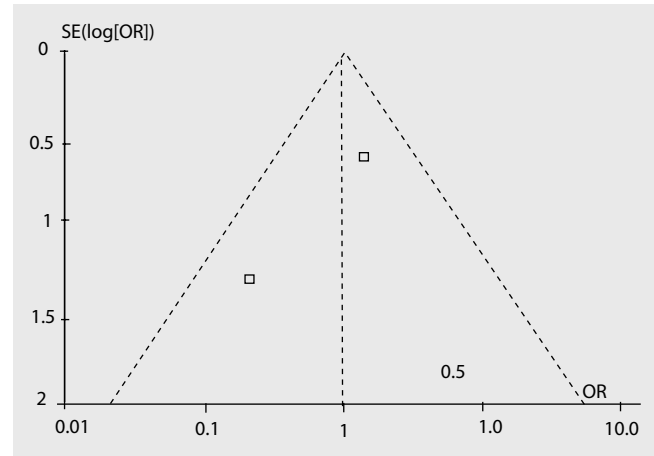


Abb. 5 ▲ Funnel Plot der auf die Kategorie Ahlbäck entfallenden Studien, OR „odds ratio“

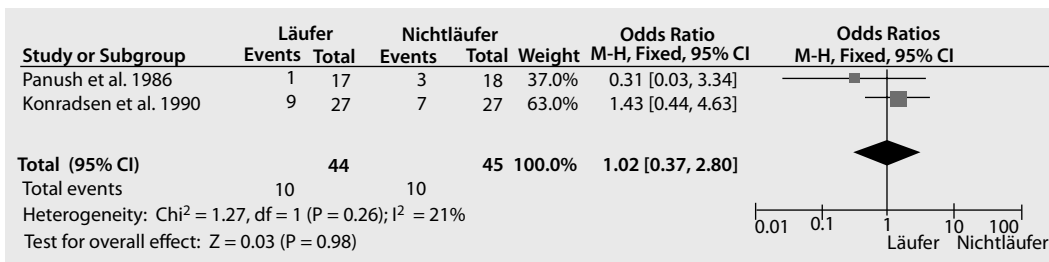


Abb. 4 ◀ Zusammenfassung der auf die Kategorie Ahlbäck entfallenden Studien, CI Konfidenzintervall

rend Knorpelvolumen, -ödeme oder -deformationen v. a. bei den Vorher-Nacher-Interventionsstudien [2, 20, 27] im Fokus standen, waren in den meisten Langzeitbetrachtungen eher Osteophytenbildung und Gelenkspaltbreite von Interesse [4, 12, 18]. Eine weitere Schwachstelle in einigen Studien war, dass bezüglich wichtiger mit Arthrose korrelierter Variablen, wie Geschlecht, Alter, Gewicht, eine geringe Informationslage zu den Kontrollgruppen bestand. Es gilt daher, an die zukünftige Forschung zu appellieren, Arthrose nach einheitlichen Standards guter wissenschaftlicher Praxis dokumentiert zu erfassen und vorhandenes Datenmaterial in der Publikation zu berichten.

In unserer Analyse zeigte sich kein Zusammenhang zwischen Laufsport

und Gonarthrose, sodass aus den vorliegenden Daten nicht geschlossen werden kann, dass Laufsport einen eigenständigen Beitrag zur Pathogenese der Gonarthrose leistet. Die gewonnenen Einsichten stimmen in ihrer festgestellten Wirkungsrichtung auch mit einer Vielzahl der Studien überein, die die Kurzeitwirkungen des Laufsports fokussierten, jedoch aufgrund der Beurteilungskriterien oder unvereinbarer methodischer Verfahren nicht einbezogen werden konnten (z. B. [20, 27]). Vor allem die Knorpelvergrößerungen als funktionelle Adaptionsleistungen nach einem Lauf lassen den Schluss zu, dass physische Aktivität für das gesunde Gelenk positive Auswirkungen hat [8, 13, 20, 27]. Einige der Studien enthüllten aber auch negative Auswirkungen des

Laufsports bei Laufanfängern [8], Beinfehlstellungen [8] und vorherigen Verletzungen [13, 14]. Zu betonen ist hierbei allerdings die größere klinische Bedeutsamkeit der Studien, die eine Langzeitbetrachtung vornahmen. Die Ergebnisse der Studien mit Kurzeitwirkungen könnten jedoch zur Ausarbeitung wertvoller Präventionsstrategien richtungweisend sein.

Die einbezogenen Studien wurden in den USA und Europa durchgeführt, sodass eine Übertragbarkeit auf Deutschland plausibel ist. Eine systematische Verzerrung der vorliegenden Studienergebnisse ist nicht auszuschließen, da meist nur Gesunde Sport treiben, was einen Healthy-Runner-Effekt nach sich ziehen könnte: Läufer, die aufgrund gesundheitlicher Probleme ihr Training aufgegeben

haben, werden nicht erfasst. Hierdurch würde der Effekt des Laufens unterschätzt werden. Auch ist es problematisch, dass nicht alle als Läufer klassifizierten Personen der gleichen Laufbelastung ausgesetzt waren. Die vorliegende Studie strebte eine differenzierte Betrachtung der Belastungsintensität an, indem versucht wurde, eine möglichst homogene Läufergruppe über die Studien entstehen zu lassen.

Trotz der angesprochenen Probleme können die vorliegenden Daten in Zukunft als Bezugsgröße für Praxisempfehlungen, für Begutachtungen und weiterführende wissenschaftliche Untersuchungen dienen. Um die Datenlage abschließen zu klären, sollten vermehrt longitudinale Studien mit einheitlichen Arthrose- und Laufsportdefinitionen unternommen werden, um diese dann in metaanalytischer Form zusammenzufassen.

Schlussfolgerung

Mit den vorliegenden Studien kann kein Zusammenhang zwischen Laufsport und Gonarthrose bei gesunden Personen festgestellt werden. Aus präventivmedizinischer Sicht treten daher folgende Aspekte in den Vordergrund:

- Vermeidung von Fehlbelastungen, Betonung gelenkschonender Bewegungsabläufe
- Übergewicht vermeiden
- moderates Training bei Vorerkrankungen der Gelenke, Unfällen, Beinfehlstellungen oder Sportverletzungen
- Vermeidung muskulärer Dysbalancen, Dehnung der Kniestreckmuskulatur und Kräftigung der Muskulatur um das Kniegelenk, um Überbelastungsschäden vorzubeugen
- Regenerationszeiten einhalten

Korrespondenzadresse

S. Gantz

Department Orthopädie,
Unfallchirurgie und Paraplegiologie,
Universitätsklinikum Heidelberg,
Schlierbacher Landstraße 200 a,
69118 Heidelberg
simone.gantz@med.uni-heidelberg.de

Interessenkonflikt. Die korrespondierende Autorin weist für sich und ihre Koautoren auf folgende Beziehung hin: Die Studie wurde von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) finanziell unterstützt.

Literatur

1. Ahlback S (1968) Osteoarthritis of the knee: a radiographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 277:7–12
2. Boocock M, McNair P, Cicutini F, Stuart A, Sinclair T (2009) The short-term effects of running on the deformation of knee articular cartilage and its relationship to biomechanical loads at the knee. *Osteoarthritis Cartilage* 17:883–890
3. Buckwalter JA, Martin JA (2004) Sports and osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol* 16:634–639
4. Chakravarty EF, Hubert HB, Lingala VB, Zatarain E, Fries JF (2008) Long distance running and knee osteoarthritis. A prospective study. *Am J Prev Med* 35:133–138
5. Felson DT, Niu J, Clancy M, Sack B, Aliabadi P, Zhang Y (2007) Effect of recreational physical activities on the development of knee osteoarthritis in older adults of different weights: the Framingham study. *Arthritis Rheum* 57:6–12
6. Fries JF, Singh G, Morfeld D, Hubert HB, Lane NE, Brown BW Jr (1994) Running and the development of disability with age. *Ann Intern Med* 121:502–509
7. Hochberg MC, Lethbridge-Cejku M, Scott WW Jr, Reichle R, Plato CC, Tobin JD (1995) The association of body weight, body fatness and body fat distribution with osteoarthritis of the knee: data from the Baltimore longitudinal study of aging. *J Rheumatol* 22:488–493
8. Hohmann E, Wörtler K, Imhoff A (2005) Osteoarthritis from long-distance running? *Sportverletz Sportschaden* 19:89–93
9. Jüni P, Reichenbach S, Dieppe P (2006) Osteoarthritis: rational approach to treating the individual. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 20(4):721–740
10. Kellgren JH, Lawrence JS (1957) Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 16:494–502
11. Kessler MA, Glaser C, Tittel S, Reiser M, Imhoff AB (2006) Volume changes in the menisci and articular cartilage of runners: an in vivo investigation based on 3-D magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med* 34:832–836
12. Konradsen L, Hansen EMB, Søndergard L (1990) Long distance running and osteoarthritis. *Am J Sports Med* 18:379–381
13. Krampla W, Mayrhofer R, Malcher J, Kristen KH, Urban M, Hruby W (2001) MR imaging of the knee in marathon runners before and after competition. *Skeletal Radiol* 30:72–76
14. Kujala UM, Kettunen J, Paananen H, Aalto T, Battisti MC, Imprivaara O, Videman T, Sarna S (1995) Knee osteoarthritis in former runners, soccer players, weight lifters, and shooters. *Arthritis Rheum* 38:539–546
15. Lane NE, Bloch DA, Jones HH, Marshall WH, Wood PD, Fries JF (1986) Long-distance running, bone density, and osteoarthritis. *JAMA* 255:1147–1151
16. Lane NE, Bloch DA, Hubert HB, Jones H, Simpson U, Fries JF (1990) Running, osteoarthritis, and bone density: initial 2-year longitudinal study. *Am J Med* 88:452–459
17. Lane NE, Michel B, Bjorkengren A, Oehlert J, Shi H, Bloch DA, Fries JF (1993) The risk of osteoarthritis with running and aging: a 5-year longitudinal study. *J Rheumatol* 20:461–468
18. Lane NE, Oehlert JW, Bloch DA, Fries JF (1998) The relationship of running to osteoarthritis of the knee and hip and bone mineral density of the lumbar spine: a 9 year longitudinal study. *J Rheumatol* 25:334–341
19. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG (2009) The PRISMA group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Open Med* 3:123–130
20. Mosher TJ, Liu Y, Torok CM (2010) Functional cartilage MRI T2 mapping: evaluating the effect of age and training on knee cartilage response to running. *Osteoarthritis Cartilage* 18:358–364
21. Panush RS, Schmidt C, Caldwell JR, Edwards NL, Longley S, Yonker R, Webster E, Nauman J, Stork J, Pettersson H (1986) Is running associated with degenerative joint disease? *JAMA* 255:1152–1154
22. Panush RS, Hanson CS, Caldwell JR, Longley S, Stork J, Thoburn R (1995) Is running associated with osteoarthritis? An eight-year follow-up study. *J Clin Rheumatol* 1:35–39
23. Schäfer M, Dreinhöfer K (2009) Sports and osteoarthritis. *Z Rheumatol* 68:804–810
24. Spector TD, Harris PA, Hart DJ, Cicutini FM, Nandra D, Etherington J, Wolman RL, Doyle DV (1996) Risk of osteoarthritis associated with long-term weight-bearing sports. A radiologic survey of the hips and knees in female ex-athletes and population controls. *Arthritis Rheum* 39:988–995
25. Srikanth VK, Fryer JL, Zhai G, Winzenberg TM, Hosmer D, Jones G (2005) A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 13:769–781
26. Van Dijk GM, Veenhof C, Schellevis F, Hulsmans H, Bakker JJP, Arwert H, Dekker JHM, Lankhorst GJ, Dekker J (2008) Comorbidity, limitations in activities and pain in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *BMC Musculoskelet Disord* 9:95
27. Van Ginckel A, Baelde N, Almqvist KF, Roosen P, McNair P, Witvrouw E (2010) Functional adaptation of knee cartilage in asymptomatic female novice runners compared to sedentary controls. A longitudinal analysis using delayed gadolinium enhanced magnetic resonance imaging of cartilage (dGEMRIC). *Osteoarthritis Cartilage* 18:1564–1569