

ALLES IM LOT

DIE BEINACHSE: EIN WICHTIGER INDIKATOR FÜR STABILITÄT, LEISTUNG UND GESUNDHEIT

DIE BEINACHSE IST EINE GEDACHTE LINIE ZWISCHEN HÜFTE, KNIE UND SPRUNGGELENK. SIE IST EIN WICHTIGER FAKTOR FÜR DIE BEURTEILUNG DER STABILITÄT DES GESAMTEN KÖRPERS, DA DIESE GELENKE SOWOHL IM ALLTAG ALS AUCH VOR ALLEM IM SPORT HOHEN BELASTUNGEN AUSGESETZT SIND. GERADE DESHALB SOLLTE SIE MÖGLICHST LOTGERECHT BELASTET WERDEN, DAMIT DIE BETEILIGTEN GELENKE VOR ABNUTZUNG UND UNPHYSIOLOGISCHER BELASTUNG GESCHÜTZT WERDEN. SPORTWISSENSCHAFTLER DR. DANIEL GÄRTNER ERKLÄRT, WELCHE URSACHEN ZU EINER FEHLSTELLUNG DER BEINACHSE FÜHREN KÖNNEN, UND ZEIGT ANHAND VON TESTS UND ÜBUNGEN, WIE MAN SIE OPTIMIEREN KANN.

Foto: iStock
Literaturnachweis Seite 80

Die mechanische Beinachse ist eine gedachte Linie (Mikulicz-Linie; siehe Abbildung 1), die vom Hüftgelenk durch das Kniegelenk bis zum Sprunggelenk verläuft. Je harmonischer die beteiligten Gelenke übereinander angeordnet sind, desto gleichmäßiger ist die Belastung der inneren und äußeren Gelenkflächen. Eine solche Ach-

senstabilität kann man mit einem Turm vergleichen, dessen Statik korrekt berechnet werden muss, damit er nicht umfällt. Die mechanische Beinachse bzw. Lotachse gleicht nicht der anatomischen Beinachse; diese beschreibt den tatsächlichen Verlauf der Knochen mit all ihren Krümmungen. Denn der Oberschenkel (Femur) verläuft – anatomisch gesehen – nicht

senkrecht, sondern – von vorn gesehen – schräg mit dem distalen Ende mehr nach medial, also nach innen. Von der Seite gesehen ist der Femur zudem nach vorn (ventral) gekrümmt.¹ Sitzen die einzelnen „Bausteine“ nicht optimal aufeinander, so weicht die mechanische Beinachse immer weiter von der anatomischen Beinachse ab und sorgt langfristig sowohl für Gelenk- als auch für Muskelprobleme.

ERHÖHTE BELASTUNG DURCH SPORT UND BEWEGUNG

Mit dem aufrechten Gang, der sich im Laufe der Evolution als Vorteil für den Menschen herausstellte, gehen auch einige Probleme einher. Denn anders als beim Vierbeiner müssen die Beine bei uns Zweibeinern das gesamte Gewicht des Körpers tragen. Bei den täglichen Bewegungen, wie etwa Treppensteigen, Laufen und Tragen, und vor allem auch bei sportlichen Betätigungen erhöht sich die Belastung der unteren Extremität(en) um ein Vielfaches des eigenen Körpergewichts. Das Kniegelenk weist die längsten Hebelarme aller Gelenke auf. Dies führt zu einer erheblichen Belastung der gelenkbildenden Strukturen. So wirkt beim Gehen das 1,3-Fache des Körpergewichts auf das Bein, beim lockeren Joggen bereits das 2,5-Fache des Körpergewichts und beim Sprinten das bis zu 5-Fache des Körpergewichts.² Bei schnellen Beschleunigungen, bei plötzlichen Stopps oder auch bei dynamischen Richtungswechseln werden die Anforderungen an unsere Beine noch größer. Durch den demografischen Wandel und die zunehmende Risikobereitschaft bei Freizeitaktivitäten mit konsekutiver Zunahme von Knorpel- und Meniskusverletzungen steigt die Anzahl von Arthrosen.³ Umso wichtiger ist es zu wissen, wie bedeutsam die lotgerechte Belastung dieser Beinachse bei Bewegung und Sport ist.

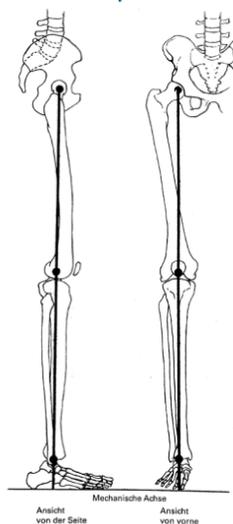


Abbildung 1:
Die Mikulicz-Linie in einem Bein in Neutralstellung¹

EINFLUSSFAKTOR AUF DIE SPORTLICHE LEISTUNG

Sind die Gelenke der unteren Extremität entsprechend dem Lot in einer geraden Linie übereinander eingeordnet, kann die maximale Kraftübertragung auf die Gelenke bei geringstem Verschleiß und Energieaufwand erfolgen und das Gewicht des Rumpfes bestmöglich ausbalanciert werden. Dafür sind eine gezielte muskuläre Ansteuerung, eine dynamische Stabilität und eine sensomotorische Kontrolle von entscheidender Bedeutung. Je optimaler „das Uhrwerk läuft“, umso weniger Kraftverlust muss ein Sportler hinnehmen und umso besser kann er seine theoretisch mögliche Leistung realisieren. Man denke dabei nur an einen Sprinter, der sich aus dem Startblock katalpultiert. Gerade bei konzentrischen Bewegungen kommt es bei Sportlern häufig zum medialen

Kollaps – einem Einknicken des Kniegelenks nach innen (Valgusstellung).

EIN MEDIALER KOLLAPS KANN BEI KNIEBEUGEN ODER IN DER BEINPRESSE IN DER KONZENTRISCHEN PHASE (STRECKBEWEGUNG) AUFTRETEN. ABER AUCH BEI LANDUNGEN NACH SPRÜNGEN KOMMT DIESE FEHLSTELLUNG HÄUFIG VOR. TEILWEISE HANDELT ES SICH UM EIN TECHNIKDEFIZIT ODER ABER WICHTIGE HÜFTSTABILISATOREN SIND ZU SCHWACH. DESHALB SOLLTEN TRAINER SEHR GENAU AUF EINE KORREKTE BEINACHSE ACHTEN, DIESE DEM KUNDEN ERKLÄREN UND ÜBUNGEN ZUR KRÄFTIGUNG DER STABILISATORENMUSKELN ANLEITEN.

Illustration:

TYPISCHE FEHLSTELLUNGEN UND MÖGLICHE URSACHEN

Der CCD-Winkel (Caput-Collum-Diaphysen-Winkel) ist der Schenkelhalswinkel. Im Normalfall beträgt er 126°. Dieser physiologische Zustand wird als Coxa norma bezeichnet. Der Winkel verkleinert sich im Laufe des Lebens, weil sich die Knochen aufgrund der täglich zu tragenden Körpermasse verformen, bis er bei 126° angekommen ist. Bei maximalen Belastungen, wie etwa bei Springern in der Leichtathletik, kann es sogar zu einer einseitigen schnelleren Winkelverkleinerung im Sprungbein kommen. Die sogenannten Trajekturen im Knochen zeigen die funktionelle Anpassung der Spongiosa (Knochenschwammgewebe) an unterschiedliche Drücke und Züge, die auf den Knochen wirken. Je kleiner der CCD-Winkel ist oder im Laufe des Lebens wird, umso höher ist die Abweichung der anatomischen von der mechanischen Beinachse. Der CCD-Winkel beeinflusst demnach als einer von mehreren Faktoren die Beinachsenstellung. Der normale CCD-Winkel von 126° wird, wie bereits oben erwähnt, als Coxa norma bezeichnet. Ein CCD-Winkel von etwa 110° kann eine O-Bein-Stellung (Varusstellung) und ein Winkel größer als 135° eine X-Bein-Stellung (Valgusstellung) begünstigen. Neben diesem Winkel beeinflusst vor allem die Form des Femurs (des Oberschenkelknochens) und der Tibia (des Schienbeins) den Grad der Fehlstellung (siehe Abbildung 2). In der Medizin spricht man von einer femoral- oder tibialbedingten Varus- oder Valgusstellung. Je mehr der Femur oder die Tibia oder beide nach medial gekrümmt sind, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit einer O-Bein-Stellung und umgekehrt.

AUFGRUND EINER ACHSENFEHLSTELLUNG BESTEHT IM KNIEGELENK KEINE GLEICHMÄSSIGE LASTENVERTEILUNG. DARAUS KÖNNEN KNORPELSCHÄDEN ENTSTEHEN, WORAUS SICH SCHLIESSLICH EINE ARTHROSE ENTWICKELN KANN. ACHSENFEHLSTELLUNGEN KÖNNEN AUCH AUSLÖSER FÜR ÜBERLASTUNGEN DER HÜFTE SEIN.

Illustration:

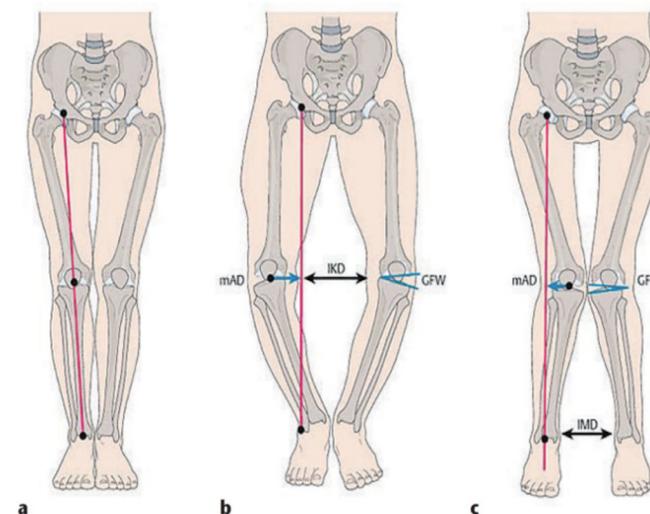


Abbildung 2:
Malalignment-Test nach Paley mit Messung der mechanischen Achsendeviation (MAD) zur Analyse der frontalen Beinachsenfehlstellung. a: Normale Beinachse. b: Varusfehltstellung (O-Beine). c: Valgusfehltstellung (X-Beine)¹⁰

Probleme durch Fehlbelastungen und mögliche Perspektiven Eine lotgerechte Beinachse kann dann als „funktionell optimal“ bezeichnet werden, wenn das Hüftgelenk, das Kniegelenk, das obere Sprunggelenk und die funktionelle Fußlängsachse auf einer Geraden eingeordnet sind.⁴ Beinachsenabweichungen ziehen Fehlbelastungen der Strukturen nach sich, die mit einer erhöhten biomechanischen Beanspruchung einhergehen. Die Folgen sind eine erhöhte Abnutzung von Gelenkpartnern (Bänder und Sehnen) und den passiven Strukturen (Schleimbeutel, Knorpel und Menisken), ein gesteigerter Energieaufwand und ein unökonomisches Bewegungsverhalten. Dieses kann sich in vielfältigen Symptomatiken manifestieren. Erste Anzeichen dafür können u. a. Verspannungen, Schmerzen und ein disharmonisches Bewegungsverhalten sein; die funktionelle Beinachse beginnt ja bereits im Fuß.

Ein Meniskusschaden und eine varische Beinachse (O-Beine) sind unabhängige Risikofaktoren für eine Überlastung des medialen Kniekompartiments und folglich für die Entwicklung einer medialen Gonarthrose (Arthrose im Kniegelenk).⁵ Zudem wirkt sich eine solche Fehlstellung häufig negativ auf das Sprunggelenk aus und kann zum Hallux valgus (Fehlstellung des großen Zehs) bis hin zum Spreiz- oder Senkfuß führen.⁶

Intensive körperliche Aktivität im Kindesalter kann einen Einfluss auf die Wachstumsfugen haben. Im Kniegelenkbereich äußert sich dieses Phänomen häufig in Beinachsenabweichungen. Männliche Sportler weisen meist stärkere Varuswinkel auf als weibliche. Fußballspieler haben etwa doppelt so häufig Varusfehlstellungen als Athleten anderer Sportarten.⁷ Deshalb ist es gerade beim leistungsorientierten Training von Kindern wichtig, dass die Trainer möglichst früh ein muskuläres Ausgleichstraining implementieren. Wird eine Varusfehlstellung provoziert, sollten die Antagonisten (Adduktoren) regelmäßig gekräftigt werden. Bei einer Valgusfehlstellung verhält es sich umgekehrt; hierbei sollte der Trainer vorwiegend die Abduktoren kräftigen und die tonischen Adduktoren dehnen lassen.

Brouwer führte 2007 Nachuntersuchungen an 693 Kniegelenken mit Varusfehlstellungen, 959 mit Valgusfehlstellungen und im Vergleich dazu an 1012 Kniegelenken mit normaler Beinachse durch. Alle untersuchten Kniegelenke waren initial gesund, also ohne radiologischen Nachweis einer Arthrose. Er fand ein zweifach erhöhtes Risiko für die Entstehung einer Arthrose bei einer Valgusstellung und ein um das 1,5-Fache erhöhtes Risiko bei einer Varusstellung.⁸

ES IST BESONDERS WICHTIG, SCHON IN FRÜHEN JAHREN SEINE BEINACHSEN ZU ÜBERPRÜFEN UND SICH BEIM SPORT IM SPIEGEL REGELMÄSSIG SELBST ZU BETRACHTEN. GERADE BEIM TRAINING DER UNTEREN EXTREMITÄTEN SOLLTEST DU ALS TRAINER AUF AXSENGERECHTE BELASTUNGEN ACHTEN. KNIEBEUGEN MIT HOHEN GEWICHTEN, SPRUNGKRAFTTRAINING ODER LANDUNGEN NACH SPRÜNGEN FORCIEREN HÄUFIG EINE VALGUSSTELLUNG, OHNE DASS SICH DIE SPORTLER DARÜBER BEWUSST SIND. DURCH EINE VIDEOANALYSE KANNST DU DIESE BEWEGUNGEN SCHNELL SELBST ANALYSIEREN UND VERBESSERN.

Kleine Abweichungen und Unterschiede in der Beinachsenarchitektur sind von Mensch zu Mensch allerdings normal und kein Grund zur Sorge, denn wir gleichen Unebenheiten ganz geschmeidig durch unsere Muskeln, Menisken und Faszien wieder aus. Osteopathen sind häufig Gegner von Beinachsenkorrekturen durch externe Maßnahmen wie etwa Einlagen im Erwachsenenalter, da der Körper über Jahre eine entsprechende Gelenkarchitektur gestaltet, um Ungleichheiten möglichst ökonomisch ausgleichen zu können. Ändere man im Erwachsenenalter eine langfristig aufgebaute Architektur durch mechanische Korrekturen, störe man das gesamte Stabilitätsbild eines Menschen. Deshalb sprechen sich Osteopathen eher für eine gezielte Sensibilisierung und muskuläre Ansteuerung aus, anstatt von außen durch Orthesen oder Einlagen einzuwirken. Dennoch gibt es sowohl anatomische Dispositionen als auch tätigkeitsbedingte Fehlstellungen, die möglichst früh erkannt und behandelt werden sollten, um langfristig Gelenkschäden zu vermeiden. Zahlreiche Faktoren können ursächlich für eine Abweichung von der physiologischen Beinachse sein. So beeinflussen beispielsweise das Alter, die Genetik, der Oberschenkel-Hüft-Winkel, der Grad der Krümmung des Femurs, die Krümmung der Tibia (Schienbein), die Fußgelenkachse (Spreiz- und Senkfuß), die Wirbelsäule, unterschiedliche Beinlängen, die täglich zu realisierenden Belastungen, die Beweglichkeit, die Kraftverhältnisse zwischen Agonisten und Antagonisten, posttraumatische Achsenfehlstellungen und sekundäre Knorpelschäden nach Meniskusverletzungen sowie muskuläre Dysbalancen die Stellung der Beinachse. Man kann den Weg aber auch andersherum betrachten, denn häufig ist eine nicht lotgerechte Beinachse der Auslöser für Dysbalancen im Körper, die – unbehandelt – dann wiederum benachbarte Gelenke beeinträchtigen und damit die gesamte Beinachse zusätzlich negativ beeinflussen. Ein Teufelskreis, der also mehrere Ursachen haben kann.

ÜBERPRÜFUNG DER BEINACHSE MIT HILFE EINFACHER TESTS

Ob eine Beinachsenfehlstellung vorliegt, kann man durch einfache Tests selbst feststellen. Natürlich können diese mit der Genauigkeit einer Röntgenaufnahme nicht mithalten, aber sie ermöglichen einem Sportler oder Trainer eine rasche Einschätzung im Feldversuch unter Belastung. Außerdem

dienen die Ergebnisse der Tests im Fall einer Verletzung als Referenzwerte. Idealerweise werden die folgenden Tests im Rahmen einer Eingangsdiagnostik durchgeführt, um mögliche Schwachstellen zu erkennen und ihnen gezielt entgegenwirken zu können.

• EINBEINIGES BEINBEUGEN

Auf einer Bank oder einem Hocker werden im Einbeinstand beide Arme vor der Brust überkreuzt. Ein Bein wird etwas nach vorn abgespreizt und das andere Bein etwas gebeugt (siehe Abbildung 3). Untersucht wird die Abweichung durch eine Seitneigung des Oberkörpers sowie die Varus- oder Valgusfehlstellung. Bleibt der Sportler im Lot, handelt es sich um eine stabile Rumpf-Bein-Achse. Neigt der Oberkörper zur Seite, könnte es sich um eine zu schwache Rumpfmuskulatur handeln. Neigt der Sportler zu einer Valgusstellung, könnte eine Verkürzung der Adduktoren und eine Schwächung der Abduktoren vorliegen. Bei einer Varusstellung deutet dies auf das Gegenteil hin.

- Das Knie sollte möglichst nicht über die Fußspitze hinausragen.
- Die Beinachse des Standbeins bleibt stabil und gerade.
- Die Rumpf- und Hüftposition bleibt stabil.



Abbildung 3: Ganzheitlicher Test der Bein- und Rumpfstabilität. Der Körper sollte über die gesamte Körperachse stabil auf einer Linie gehalten werden

• AUFSTEHEN AUS DEM SITZEN

Für wenig erfahrene Sportler oder Patienten ganz ohne Sportlerfahrung eignet sich der Aufstehetest (siehe Abbildung 4). Hierbei kann die Beinachse unter Belastung beim Aufstehen

von einem Hocker überprüft werden. Der Trainer stellt sich unmittelbar vor den Patienten und achtet beim Aufstehen aus dem Sitzen auf die Stellung der Knie.



Abbildung 4: Das Aufstehen aus dem Sitzen lässt eine mögliche Fehlstellung der Beinachse erkennen und ist besonders bei Nichtsportlern oder Sportanfängern ohne Erfahrung vorteilhaft

• EXZENTRISCHE AUSFALLSCHRITT-KNIEBEUGE

Aus einer etwas mehr als gewöhnlichen Schrittstellung (ca. 5–6 cm länger als eine natürliche Schrittstellung) wird eine Ausfallschritt-Kniebeuge vorwärts durchgeführt (siehe Abbildung 5). Bei diesem Test wird überprüft, ob die Testperson unter einbeiniger exzentrischer Belastung eine stabile Beinachse aufrechterhalten kann oder ob das Knie nach innen neigt. Eine Varusstellung kommt bei diesem Test eher selten vor. Zudem können hierbei Seitenunterschiede einfach festgestellt werden.

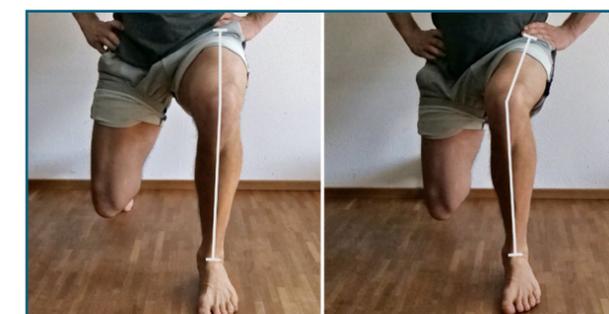


Abbildung 5: Einbeiniger Beinachsentest bei Belastung nach vorn in der exzentrischen Phase einer Ausfallschritt-Kniebeuge

TRAINING DER BEINACHSE

Regelmäßiges Beinachsentraining in Form von gezieltem Training der stabilisierenden Muskeln von Hüft-, Knie- und Sprunggelenk sowie die Sensibilisierung der Propriozeptoren durch Gleichgewichtstraining verbessern die Beinachse und sorgen zudem für eine bewusste Körperwahrnehmung. Im Kindesalter kann ein solches Beinachsentraining spielerisch in verschiedensten Übungsformen mit Bällen angeboten werden. Eine Studie zeigt eine deutliche Verbesserung der Funktion und Biomechanik der unteren Extremitäten durch ein regelmäßiges Ballsportprogramm bei übergewichtigen Jugendlichen mit ersten Beinachsenfehlstellungen.⁹ Gerade in dieser Altersstufe kann ein spielerischer Ansatz für die Compliance und langfristige Verhaltensänderung förderlich sein. Im Erwachsenenalter sollten die für eine Fehlstellung verantwortlichen Muskelprobleme, wie etwa eine Abschwächung der Abduktoren und eine mögliche Verkürzung der Adduktoren bei einer Varusstellung und eine Verkürzung der Adduktoren und Abschwächung der Adduktoren bei einer Valgusstellung, entsprechend trainiert und mobilisiert werden (siehe Abbildungen 7–9).



Abbildung 6: Einbeinige Abduktionen mit einem Miniband verbessern die Propriozeption und kräftigen die Abduktoren (Maßnahme bei Valgusstellung)



Abbildung 7: Der Einsatz eines Widerstandsbands durch Adduktion eines Oberschenkels bei der Kniebeuge involviert die Adduktoren (Maßnahme z.B. postoperativ bei Valgusstellung aufgrund von Muskelatrophie oder muskulärer Dysbalance aufgrund einseitiger Belastung)



Abbildung 8: Fußgelenkstabilisation und Verbesserung der Propriozeption durch den Einsatz eines weichen Untergrunds bei Kräftigungsübungen



Abbildung 9: Kräftigung der lateralen Kette im Seitstütz mit Fokus auf die Abduktoren durch den Einsatz eines Minibands



DR. DANIEL GÄRTNER

arbeitet als Dozent und Forscher an der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaft der TU München. Nebenberuflich betreut und trainiert er Leistungssportler, leitet Workshops, spricht als Referent auf Seminaren über sportwissenschaftlichen Themen und ist Fitnesstrainerausbilder bei 5Dsports. Er blickt auf 18 Jahren Erfahrung als Kursleiter und Trainer zurück.
www.dr-daniel-gaertner.de

Fotos: Dr. Daniel Gärtner
Literaturnachweis Seite 80