

2.5.1 Inhalt

**Form & Funktion: spezielle Gelenke****➤ Spezielle Gelenke**

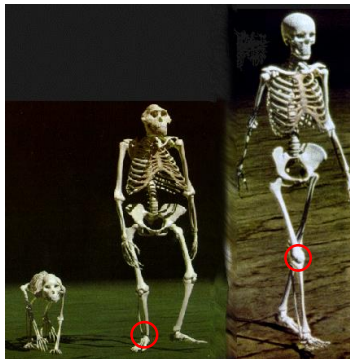
- Fuß- Sprunggelenkkomplex
- Knie
- Hüfte und Wirbelsäule
- Schulter & Ellenbogen



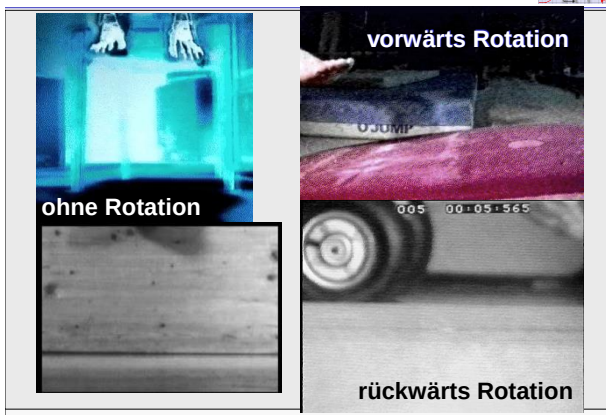
Nr. 2 Form & Funktion: spezielle Gelenke

**Form- und Funktionsbeziehungen an der unteren Extremität**

- anatomische Aspekte
- mechanische Aspekte
 - Kinematik
 - Statik und Dynamik
- Belastungen im Sport
- Verletzungsmechanismen



Nr. 3 Form & Funktion: spezielle Gelenke

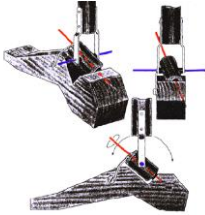


Nr. 4 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Fuß und Sprunggelenke

- 28 Knochen morphologisch stark differenziert
- 33 verschiedene Muskeln
- mehr als 100 Ligamente



modifiziert nach Johnes 1945



Dorsalextension und Plantarflexion um die Achse des oberen Sprunggelenks **OSG**
 Inversion und Eversion um die Achse des unteren Sprunggelenks **USG**

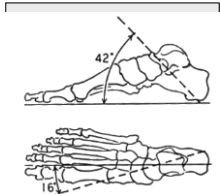
Video R. A. Mann, Foot and Ankle Surgery

Nr. 5 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Fuß und Sprunggelenk

Die Sprunggelenke bilden eine Einheit, da am Talus kein Muskel ansetzt und somit alle Muskeln beide Gelenkanteile überziehen. Viele Artikulationsflächen und komplexe Bandstrukturen bilden eine funktionelle Einheit.



Inklination und Deviation
 nach Manter, 1941



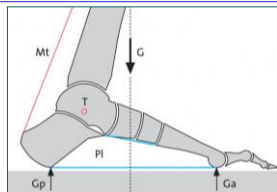
nach Primal Pictures, Interactive ankle

Nr. 6 Form & Funktion: spezielle Gelenke

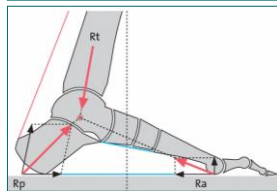


Fuß und Sprunggelenk

Lage von Last und Spannkraften beim Stehen. **G** Körpergewicht (beim Zweibeinstand halbes Körpergewicht), **Ga** vordere Auflagekraft, **Gp** hintere Auflagekraft, **Mt** M. triceps surae, **Pl** Plantaraponeurose, **T** Sprunggelenkzentrum



Kräftegleichgewicht an den Sprunggelenken. Rote Pfeile: **Ra** Vorfußresultierende, **Rp** Rückfußresultierende, **Rt** Unterschenkelresultierende



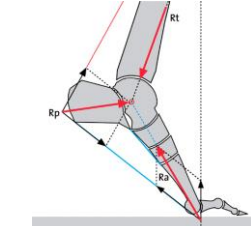
nach Kummer, 2005, S. 360

Nr. 7 Form & Funktion: spezielle Gelenke

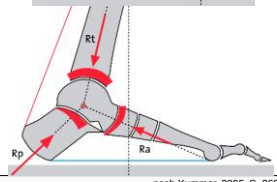


Fuß und Sprunggelenk

Kräftegleichgewicht an den Sprunggelenken im Zehenstand
Rote Pfeile: **Ra** Vorfußresultierende, **Rp** Rückfußresultierende, **Rt** Unterschenkelresultierende



Kräftegleichgewicht an den Sprunggelenken im Normalstand
Bezeichnungen wie oben



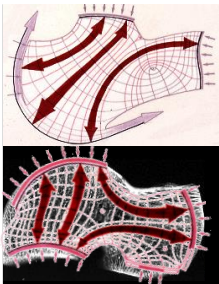
nach Kummer, 2005, S. 360

Nr. 8 Form & Funktion: spezielle Gelenke

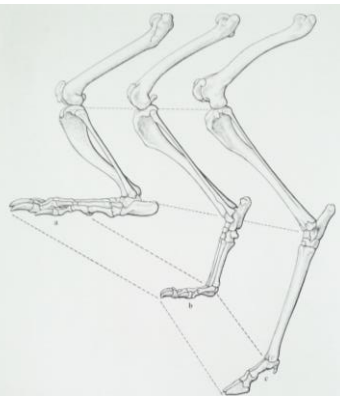


Fuß und Sprunggelenk

Besondere Beanspruchung



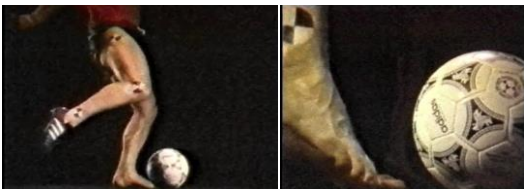
Fersenbein und Talus Trajektorien:
5 mm Knochenschnitte Sagittalebene



nach Kummer, 2005, S. 369

nach Starck, D., 1989, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere, Bd. 2

Nr. 9 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Nr. 10 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Die Analyse von Risikofaktoren ist unbedingt für das Verständnis der Überlastungsfolgen erforderlich

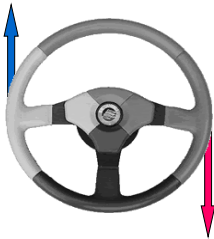
Die anatomischen Variationen stehen offenbar im Zusammenhang mit der neuromuskulären Ansteuerung

Das bedeutet, dass die Funktion der Muskulatur nur verstanden werden kann, wenn die individuellen anatomischen Merkmale bekannt sind.

Nr. 11 Form & Funktion: spezielle Gelenke

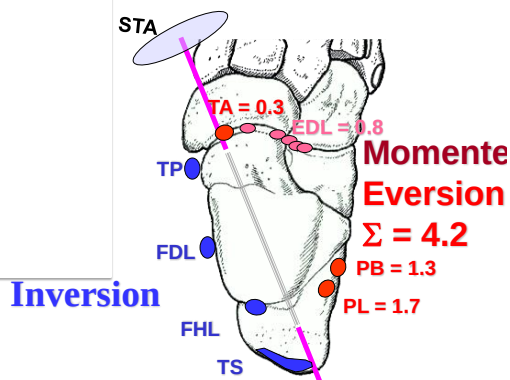


Funktionelle Kongruenz bedeutet, dass die Beanspruchung situationsadäquat auf die beteiligten Strukturen verteilt wird. Keine der beteiligten Strukturen wird über die Belastbarkeitsgrenze belastet!

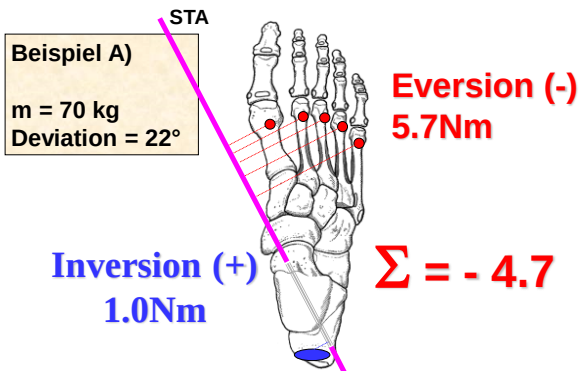


modifiziert nach Ambagtsheer, 1978

Nr. 12 Form & Funktion: spezielle Gelenke

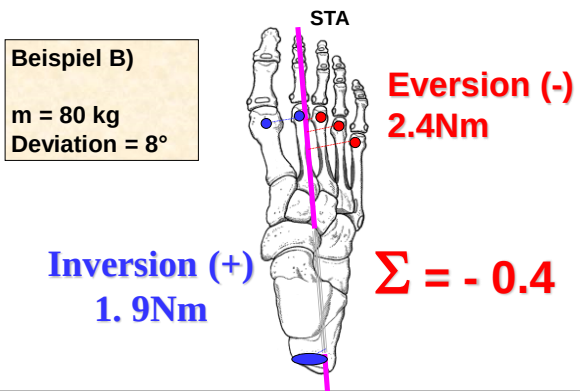


Nr. 13 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Philipps et al., 1992, J Am Pod Med Assoc

Nr. 14 Form & Funktion: spezielle Gelenke

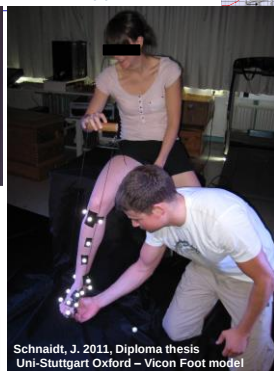


Philipps et al., 1992, J Am Pod Med Assoc

concept of joint axes: many different approaches



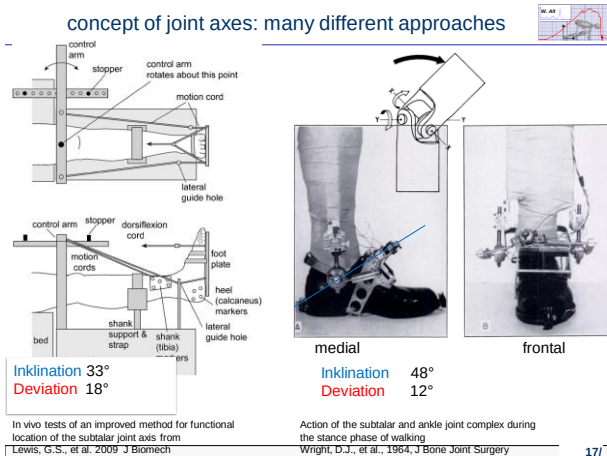
1995, Hillaire A. C. Jacob
 Klinikum Balgrist, Zürich
 in vitro, 3D Photogrammetrie



Schnaidt, J. 2011, Diploma thesis
 Uni-Stuttgart Oxford – Vicon Foot model

These methods are base on complex 3D
 movement analysis and therefore not
 applicable for large numbers of subjects

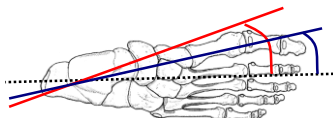
concept of joint axes: many different approaches



Nr. 18 Form & Funktion: spezielle Gelenke

Ergebnisse- STA und Zusammenhang
Achillessehnenbeschwerden (ASB):

STA [°]	Diese Studie		
	ASB N= 95	Unverletzt N= 519	Gesamt N= 614
Inklination	44 ± 16	42 ± 17	42 ± 11
Deviation	18 ± 23	10 ± 23	11 ± 23



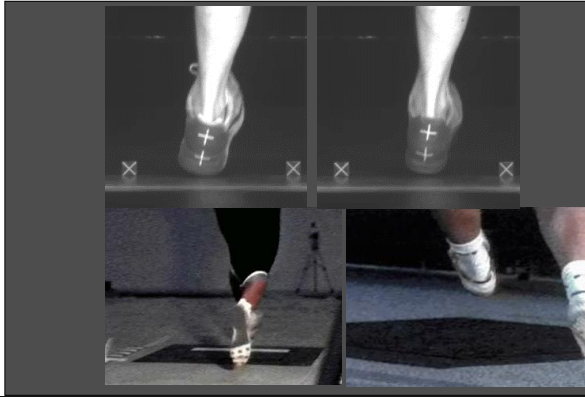
* t-Test für unabhängige Stichproben (p= 0,002)

Reule, C. (2010) Dissertation Universität Stuttgart

Nr. 19 Gelenkachsen - Literaturanalyse



Nr. 20 Belastungsformen: Sprungbewegungen einbeinig



concept of joint axes: discussion active mechanics

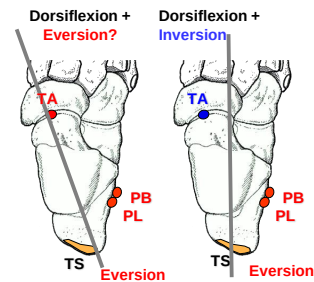


Method



3s isolated elektrostimulation
of m. Tibialis ant. 3 electro-
goniometers

individual functional variance of muscles



right ankle (TS – triceps surae, TA tibialis anterior,
STA – subtalar joint axis, PB, PL peroneus brevis et longus)

data from Weh, J. Uni Stuttgart 2011

modified from Saraffian, S.K., 1983, Clin Biomech

21/

concept of joint axes: discussion active mechanics

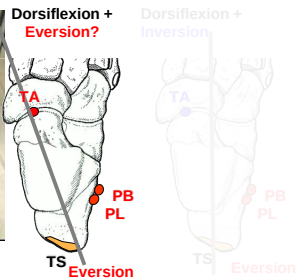


subject # 13, STA (15° Deviation)

individual functional variance of muscles



resulting motion:
Isolated dorsiflexion



right ankle (TS – triceps surae, TA tibialis anterior,
STA – subtalar joint axis, PB, PL peroneus brevis et longus)

data from Weh, J. uni Stuttgart 2011

modified from Saraffian, S.K., 1983, Clin Biomech

22/

concept of joint axes: discussion active mechanics

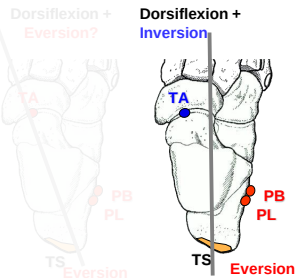


individual functional variance of muscles

subject # 15, STA (4° Deviation)



resulting motion:
supination &
dorsiflexion



right ankle (TS – triceps surae, TA tibialis anterior,
STA – subtalar joint axis, PB, PL peroneus brevis et longus)

data from Weh, J. uni stuttgart 2011

modified from Saraffian, S.K., 1983, Clin Biomech

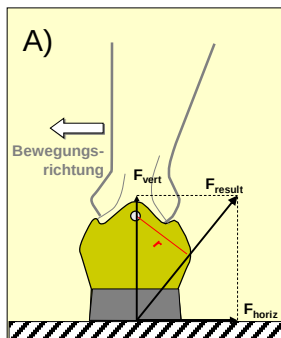
23/

Nr. 25 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Fuß und Sprunggelenk

Stark vereinfachte Darstellung der
typischen Kippmomente die zu
Verletzungen
am Außenbandapparat des
Sprunggelenks führen können:
A) Landung seitwärts auf ebenem
Boden mit starker
Horizontalkomponente der
Bodenreaktionskraft.



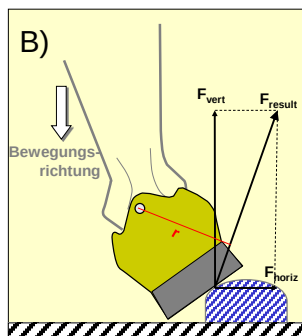
nach Alt, 2008, OT, im Druck

Nr. 26 Form & Funktion: spezielle Gelenke



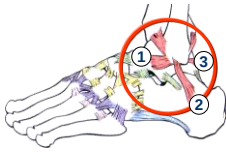
Fuß und Sprunggelenk

B) Landung auf Unebenheit
mit großer vertikaler Reaktionskraft. In
beiden Fällen führen die
resultierenden Kräfte zu
großen Kippmomenten, dargestellt
durch den senkrechten Abstand r zur
Mitte der Ferse.



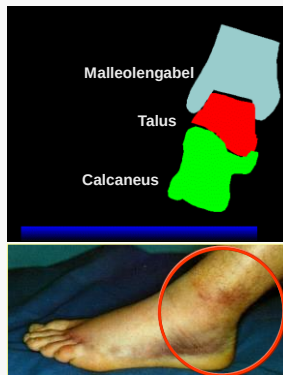
nach Alt, 2008, OT, im Druck

Nr. 27 Form & Funktion: spezielle Gelenke

**Fuß und Sprunggelenk**

1. lig. fibulo talare ant., LFTA
2. lig. fibulo calcaneare, LFC
3. lig. fibulo talare post., LFTP

Der antero-laterale Kapselbandapparat ist am häufigsten im Sport akut verletzt.

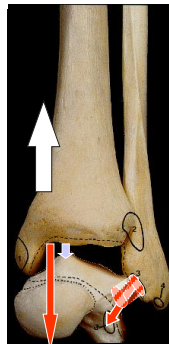


nach Alt, 2008, OT, im Druck

Nr. 28 Form & Funktion: spezielle Gelenke

**Fuß und Sprunggelenk****Verletzungsmechanismus**

Landung mit anschließendem Umknicken.
Die resultierende wandert bei Umknickgeschwindigkeiten von etwa 1000°/s in ca. 20ms über die mediale Kante der Talusrolle, das resultierende Kippmoment hebt den Talus (meist reversibel) aus der Malleolengabel. Die lateralen Bänder kommen unter Zugspannung, die mediale Talusrolle unter Kompression.



1 und 2 Ursprung und Ansatz des LFTA

Nr. 29 Form & Funktion: spezielle Gelenke

**Fuß und Sprunggelenk****Verletzungsmechanismus**

Gut erkennbar ist das plötzliche Aufklappen des Gelenkspaltes infolge des sprunghaft ansteigenden Kippmomentes

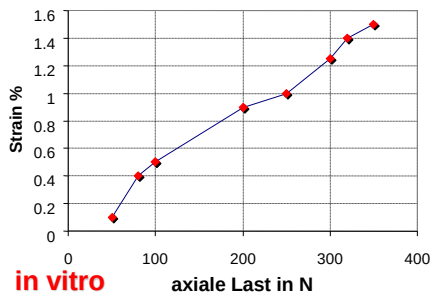


Verletzungssimulation am Präparat mit eröffnetem oberem Sprunggelenk

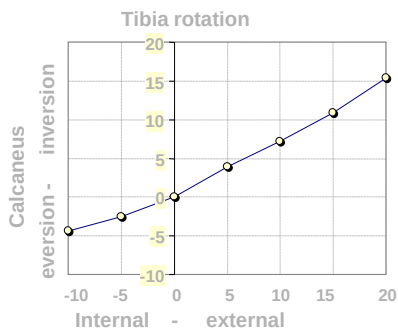
Nr. 30 Form & Funktion: spezielle Gelenke



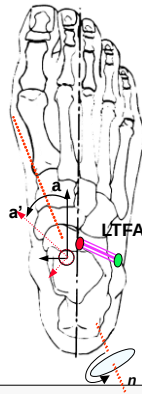
Anstieg der %Spannung im LTFA
Cawley and France, 1991



Nr. 31 Form & Funktion: spezielle Gelenke



adapted from Hintermann, 1998, Swiss Surg, n=14, in vitro



Nr. 32 Form & Funktion: spezielle Gelenke



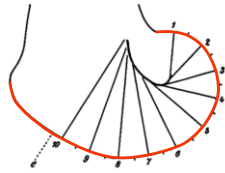
Kniegelenk



Nr. 35 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Kniegelenk



Dritter Teil: Spezielle Gelenk- und Muskelmechanik. 688 Seiten mit 248 teils farbigen Abbildungen im Text und 18 Tafeln. Jena 1911. Preis Mk. 35,-, geb. Mk. 55.50.

Wenn wir die Anatomie verlassen und uns auf das Gebiet der Mechanik begeben, so gleichen wir dem Wanderer, der aus den wohlbekannten Fluren seiner Heimat hinaus in weite, unbekannte Fernen zieht. Dieses Verhältniss war sich Fick wohl bewusst; er wusste aus eigener Erfahrung und eigener wissenschaftlicher Vorbildung, wie wenig diese den Mediziner zu mathematisch-mechanischen Studien befähigt. Und aus dieser Erkenntnis hat er die Rückschlüsse für seine Darstellung gezogen. Unter Verzicht auf die Kürze und Eleganz mathematischer Formeln führt er uns in klarer, ausführlicher Weise in die mechanischen Geheimnisse der verschiedenartigen Gelenkflächen, in Schrauben, Prismen, Spiralen, Ellipsen etc., und die sich daraus ergebenden Bewegungsformen ein. Er schildert die Kräfte und die Art des Zusammenhaltes der Gelenkflächen, die Adhäsion, den Luftdruck, die Weibulltheorie, den Bänderhalt, den Muskelzug. Er hat vor unserem Auge das scheinbare Chaos der zahllosen Bewegungen in einzelne, ganz bestimmte Formen auf und zeigt, wie auf die verschiedensten Verbindungsarten unseres Körpers und auf den Ablauf unserer Gelenkbewegungen und der sie erregenden Muskelkräfte die Gesetze der Mechanik Anwendung finden.

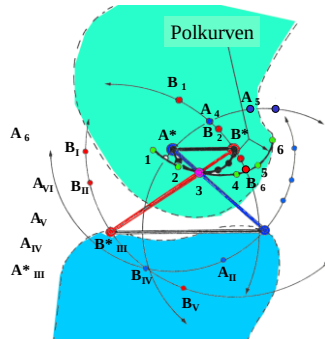
W. Becker, Bremen, 1911

Nr. 36 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Kniegelenk

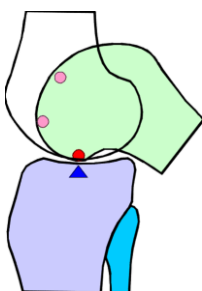
Weber, 1836
Fick, 1911
Straßer, 1917
Kapandji, 1970
Frankel, 1971
Huson, 1974
Menschik, 1974
Müller, 1982



Nr. 37 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Kniegelenk

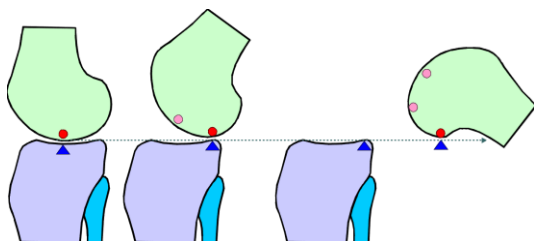


Gleiten ohne Rollen



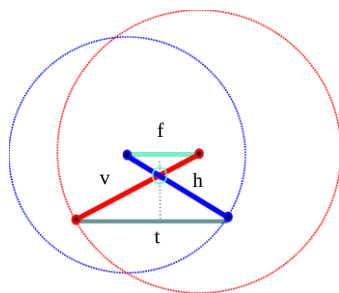
Gleiten & Rollen

Nr. 38 Form & Funktion: spezielle Gelenke

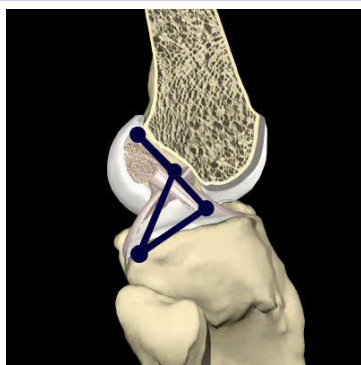
**Kniegelenk**

Rollen ohne Gleiten

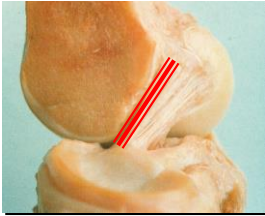
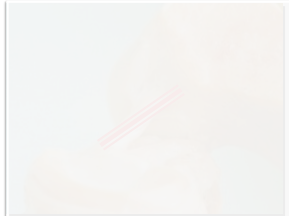
Nr. 39 Form & Funktion: spezielle Gelenke

**Kniegelenk**

Nr. 42 Form & Funktion: spezielle Gelenke

**Kniegelenk**Primal Sports Injuries Series 2nd edition, 2005

Nr. 43 Form & Funktion: spezielle Gelenke

**Kniegelenk****EXTENSION****FLEXION**

Aus: Strobel, 1985

Nr. 44 Form & Funktion: spezielle Gelenke

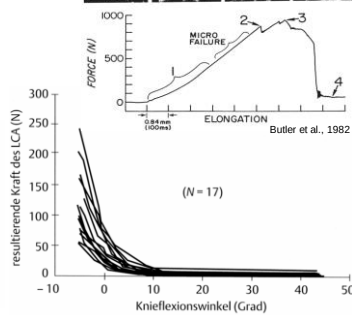
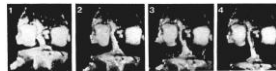
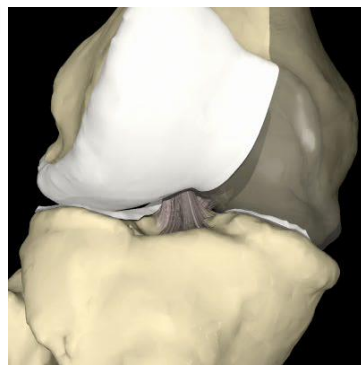
**Kniegelenk**

Abb. 3.8 Diese Kurven, die das Verhältnis zwischen Kreuzbandlast und Kniestellung an einem Leichenpräparat zeigen, wurden unter zwei Belastungsbedingungen ermittelt. Die erste Belastung bestand in einer manuellen Extension des Unterschenkels gegen die Schwerkraft, die zweite in der Streckung des Unterschenkels unter Anwendung einer Zugkraft von 200 Newton auf die Quadrizepssehne (1). (LCA = Lig. cruciatum anterius).

Burstein und Wright, Biomechanik in Orthop. und Traumat., 1997, S. 55

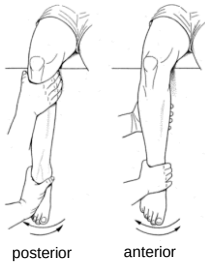
Nr. 45 Form & Funktion: spezielle Gelenke

**Kniegelenk**Primal Sports Injuries Series 2nd edition, 2005

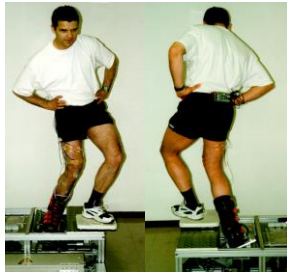
Nr. 46 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Kniegelenk



Tibialtranslation
quasi statisch



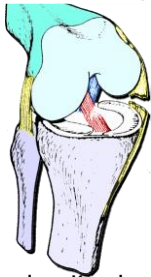
Historische Aufnahme, 1993
Verletzungssimulation

Femur-Außenrotation
und Valgusstreß

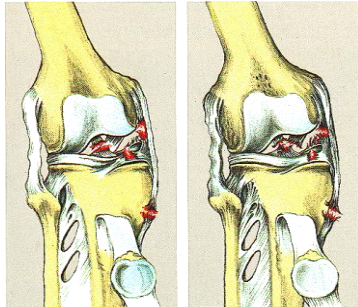
Nr. 47 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Kniegelenk



- vorderes Kreuzband
- mediales Seitenband
- Innenmeniskus
- hinteres Kreuzband



akute Verletzungen

Linkes Knie von vorn, nach Peterson 1983

Nr. 48 Form & Funktion: spezielle Gelenke



Kniegelenk

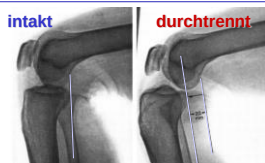
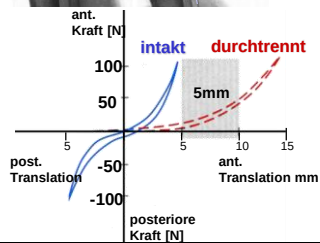
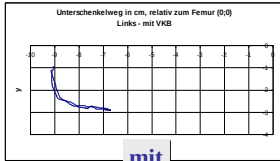
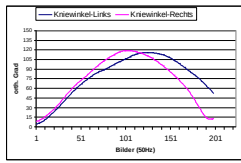
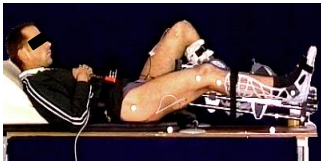
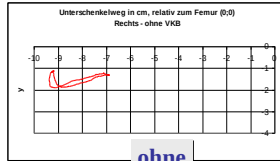


Abb. 3.20 Bei fehlendem anterioren Kreuzband beträgt die „tote“ Zone des 30 Grad gebeugten Knies etwa 5 Millimeter. Bei Einwirken einer geringen Gelenkdruckkraft könnte das Gelenk eine Ruhestellung irgendwo in diesem Bereich einnehmen (6).

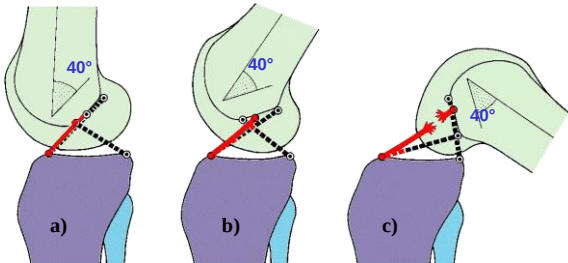


Burstein und Wright, Biomechanik in Orthop. und Traumat., 1997, S. 66

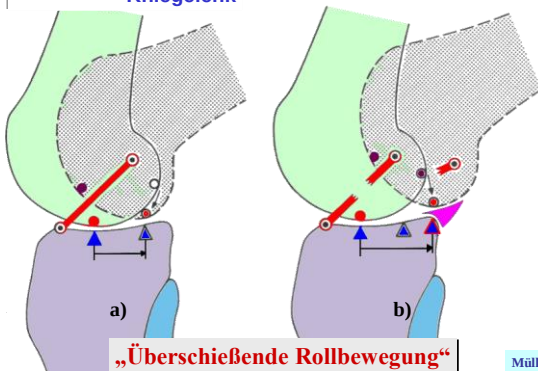
Nr. 49 Form & Funktion: spezielle Gelenke

**Kniegelenk****mit****ohne**

Nr. 50 Form & Funktion: spezielle Gelenke

**Kniegelenk****Operative Therapie: „Zu weit ventral“**

Nr. 51 Form & Funktion: spezielle Gelenke

**Kniegelenk****„Überschießende Rollbewegung“**

Müller, 1982