

Vorlesung für Studierende der Pharmazie, Biochemie und Medical Data Science

6. Bewegungsapparat

Jena, den 07. Mai 2024

Dr. Uta Biedermann

Gliederung

1. Achsen und Ebenen
2. Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparats
 - 2.1 Einteilung der Knochen
 - 2.2 Bauprinzip
 - 2.3 Knochenverbindungen (echte versus unechte Gelenke)
 - 2.4 Gelenktypen
 - 2.3 Hilfseinrichtungen von Gelenken
 - 2.4 Skelettmuskulatur und Muskeltypen
 - 2.5 Hilfseinrichtungen von Muskeln und Sehnen
3. Spezielle Anatomie des Schulter-, Hüft- und Kniegelenks
4. Das periphere Nervensystem und Ursache von Lumboischialgien

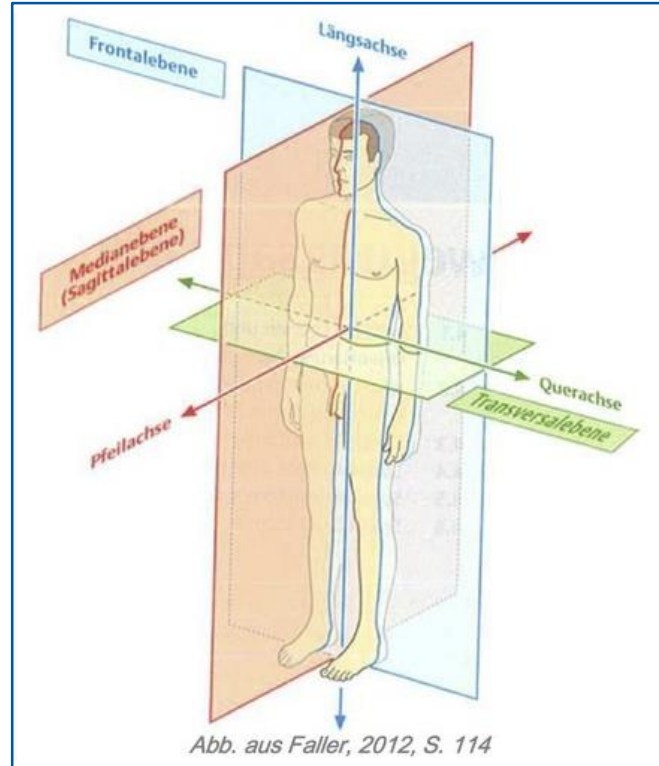
1. Achsen und Ebenen

→ Am menschlichen Körper lassen sich drei Hauptachsen definieren, die senkrecht aufeinander stehen. Sie geben die drei Raumkoordinaten an.

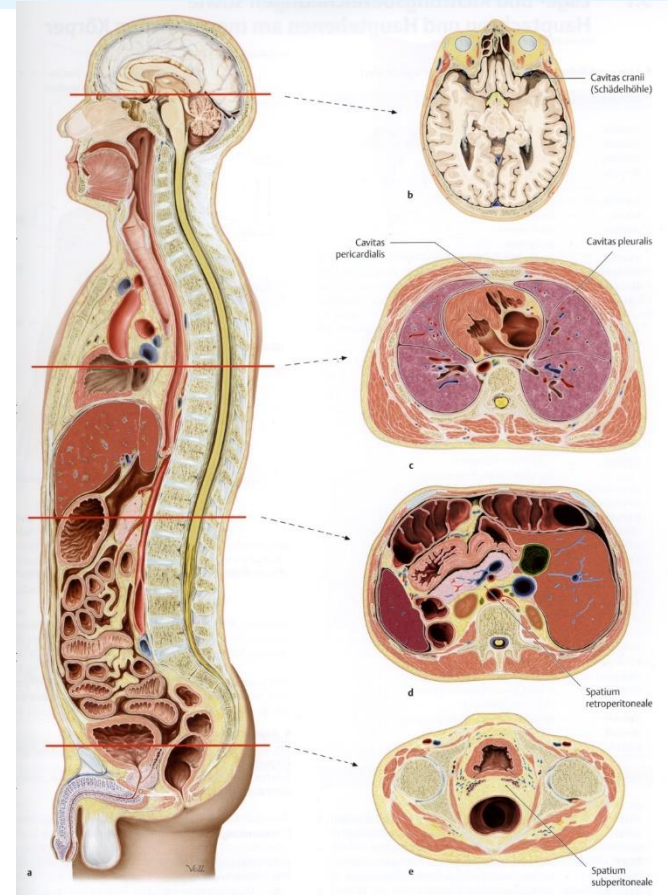
1. Längsachse (Longitudinalachse)
2. Querachse (Transversalachse)
3. Pfeilachse (Sagittalachse)

→ Es lassen sich drei Hauptebenen angeben:

1. Sagittalebene
2. Transversalebene
3. Frontalebene



→ Das Wissen über die Schnittebenen bildet die Grundlage für die Anwendung bildgebender Verfahren.



Bewegungsrichtungen

— Abduktion
Abspreizen

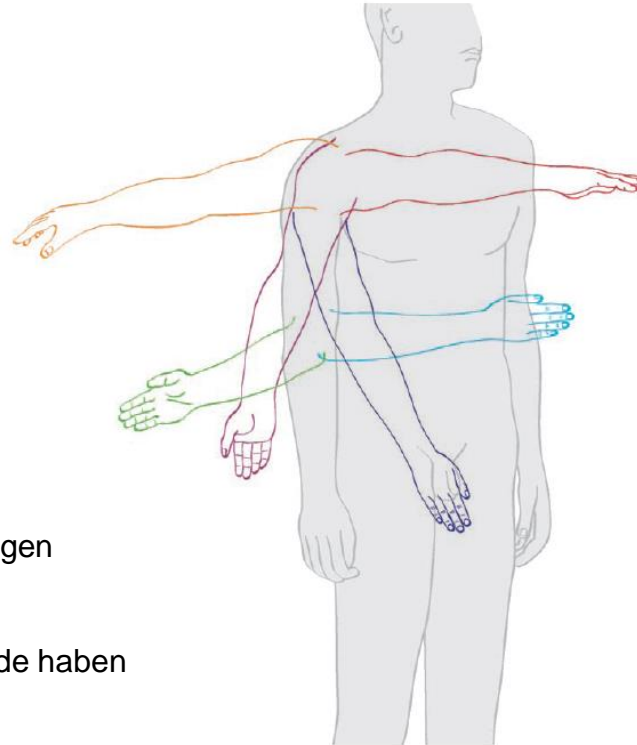
— Außendrehung
Außenrotation

— Retroversion (Streckung)
Extension

— Anteversion (Beugung)
Flexion

— Innendrehung
Innenrotation

— Adduktion
Heranführen



Was ist ein Freiheitsgrad?

-die Zahl der voneinander unabhängigen
Bewegungsmöglichkeiten

Ein Gelenk kann 1 bis 3 Freiheitsgrade haben

2. Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparats

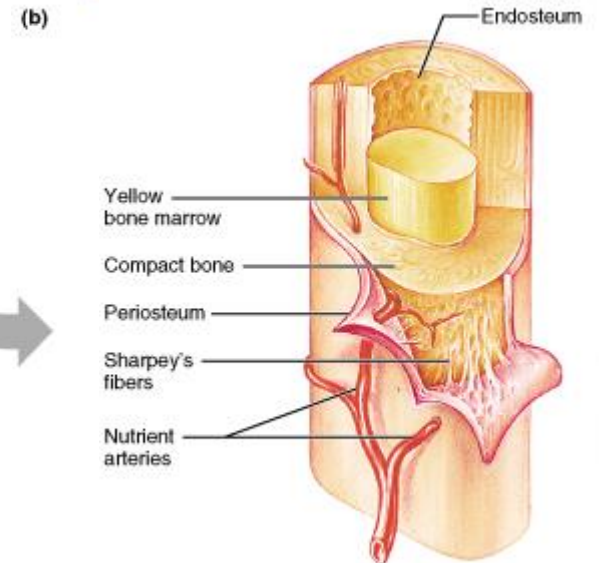
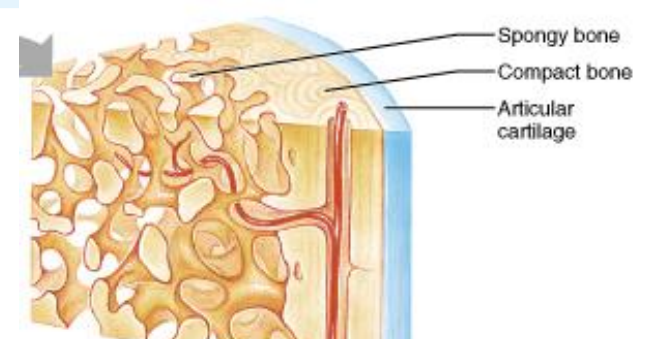
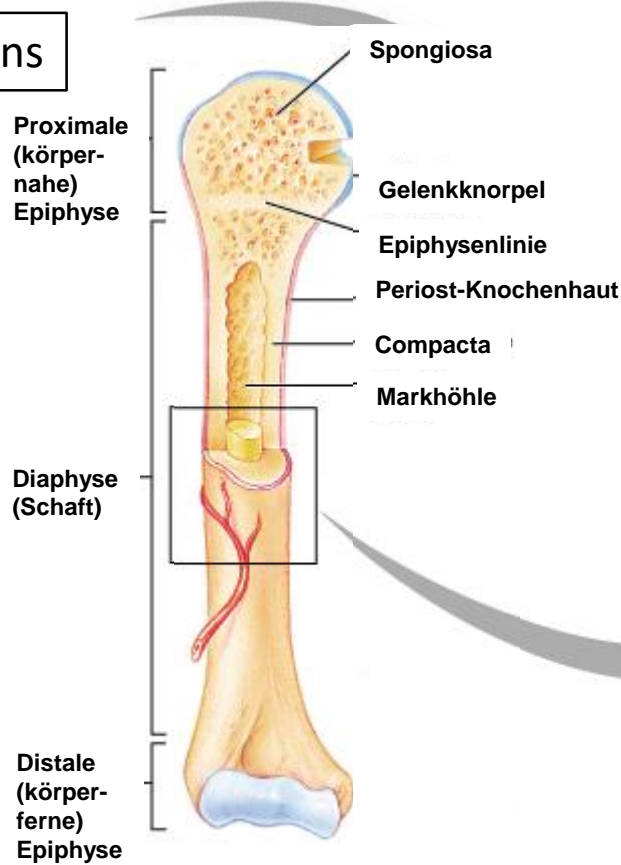
2.1 Einteilung der Knochen

→ Die Knochen werden in verschiedene Gruppen eingeteilt, die sich nach ihrem Aussehen und ihrem Aufbau richten.

Bezeichnung	Beispiel	Erläuterung
lange Knochen (Röhrenknochen)	Oberschenkelknochen (Femur)	-besitzen einen Schaft und Enden -im Schaft liegt die Markhöhle
flache bzw. platte Knochen	Hüftbein (Os coxae)	-bestehen aus 2 kompakten Lamellen mitdazwischen integrierter Spongiosa
kurze Knochen (Ossa brevia)	Hand- und Fußwurzelknochen	-besitzen keine Markhöhle , sondern einen Kern aus Spongiosa
unregelmäßige Knochen (Ossa irregularia)	Wirbel	Knochen, die nicht in die vorgenannten Kategorien passen
lufthaltige Knochen (Ossa pneumatica)	Oberkieferknochen	-Knochen, die einen oder mehrere mit Luft gefüllte u. mit Schleimhaut ausgekleidete Räume enthalten
Sesambeine (Ossa sesamoidea)	Kniescheibe (Patella)	-in Sehnen eingelassene Knochen

2.2 Bauprinzip eines Knochens

→ am Beispiel eines Röhrenknochens



2.3 Knochenverbindungen (echte versus unechte Gelenke)

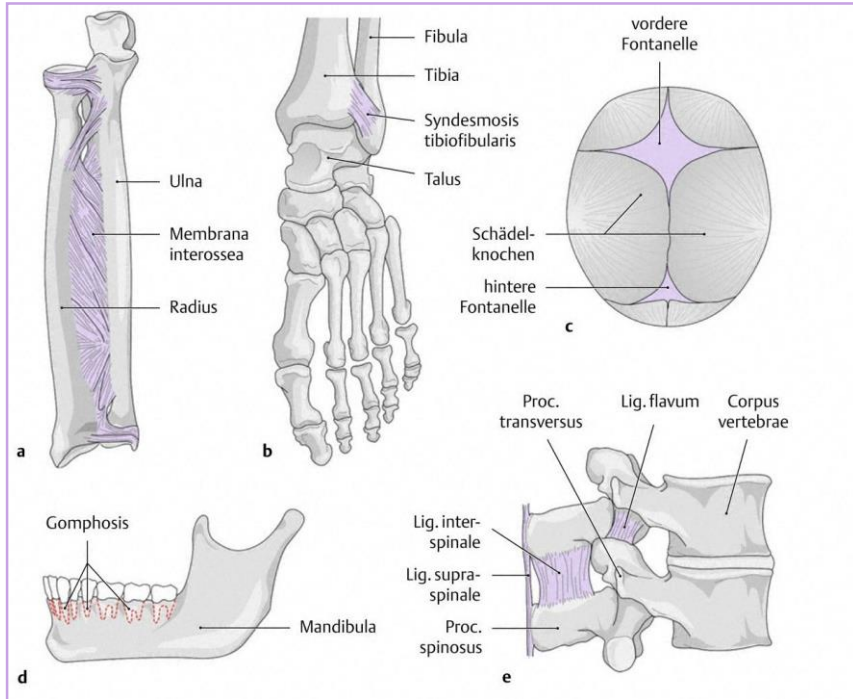
→ Gelenke sind bewegliche Verbindungen zwischen knorpeligen u./o. knöchernen Skelettelementen. Sie ermöglichen Bewegungen und übertragen Kräfte.

Es gibt kontinuierliche Verbindungen = **unechte Gelenke**, die sich nach der Art des Füllgewebes unterscheiden.

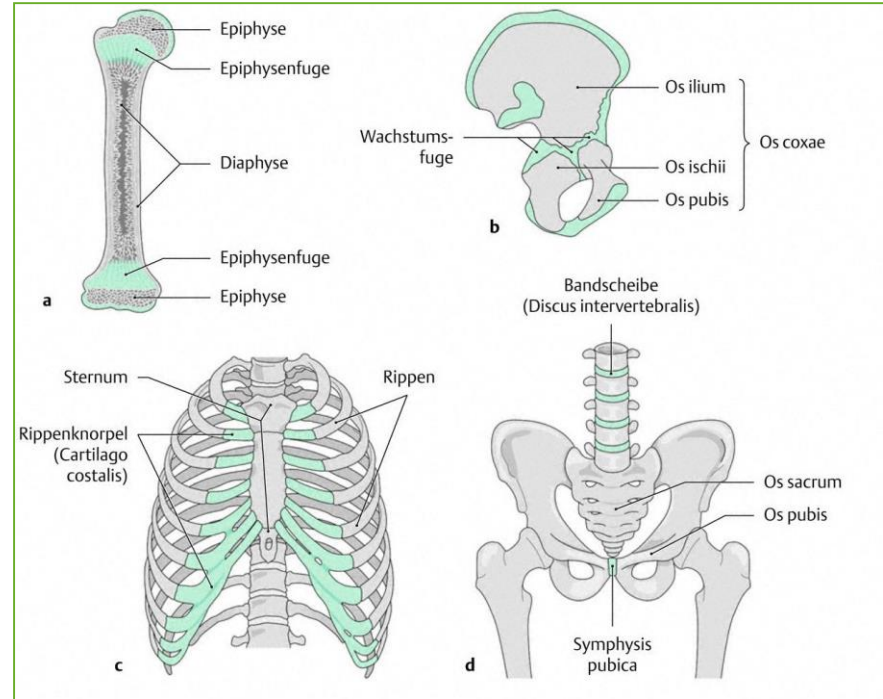
- Füllgewebe ist Bindegewebe-**Bandhaft** (Syndesmose)
- Füllgewebe ist Knorpel-**Knorpelhaft** (Synchondrose)
- Füllgewebe ist Knochen-**Knochenhaft** (Synostose)

Es gibt diskontinuierliche Verbindungen = **echte Gelenke**.

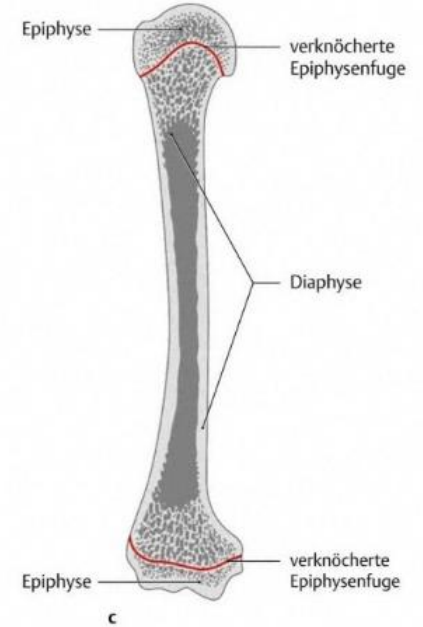
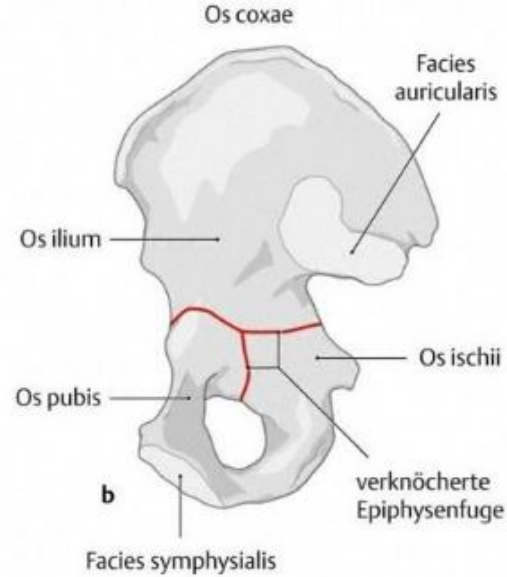
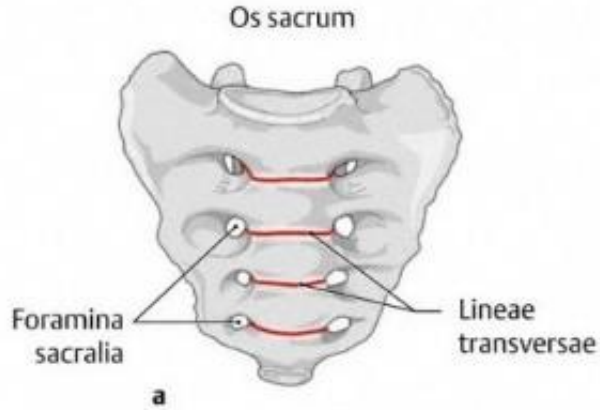
Bandhaft (Syndesmose)



Knorpelhaft (Synchondrose)



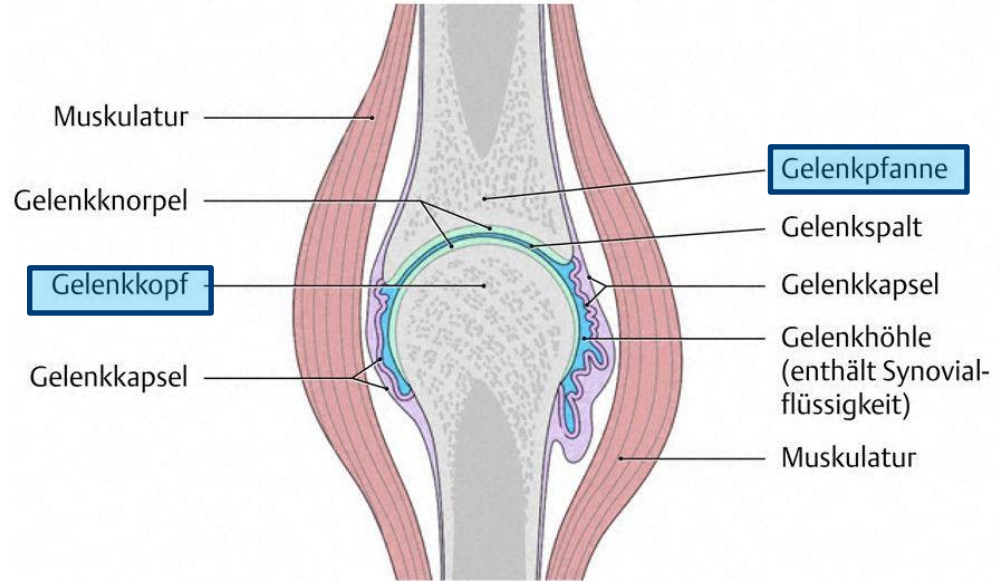
Knochenhaft (Synostose)



Schematisierter Aufbau eines echten Gelenkes (Diarthrosen)

Merkmale von echten Gelenken:

- artikulierende Skelettelemente
- ein Gelenkspalt
- von Knorpel bedeckte Gelenkflächen
- Gelenkhöhle
- umgebende Gelenkkapsel
- die Gelenkkapsel verstärkende Bänder
- Muskulatur, die das Gelenk bewegt und stabilisiert



Sonderform:

Amphiarthrose - Wackelgelenke

2.4 Gelenktypen

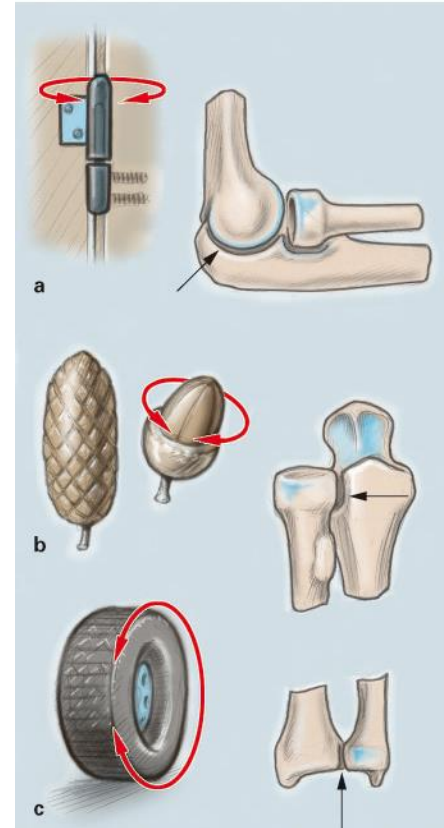
→ Gelenke werden nach ihrer Form und den möglichen Bewegungen unterteilt.

a) *Scharniergelenk*: einachsiges Gelenk mit Beugung und Streckung

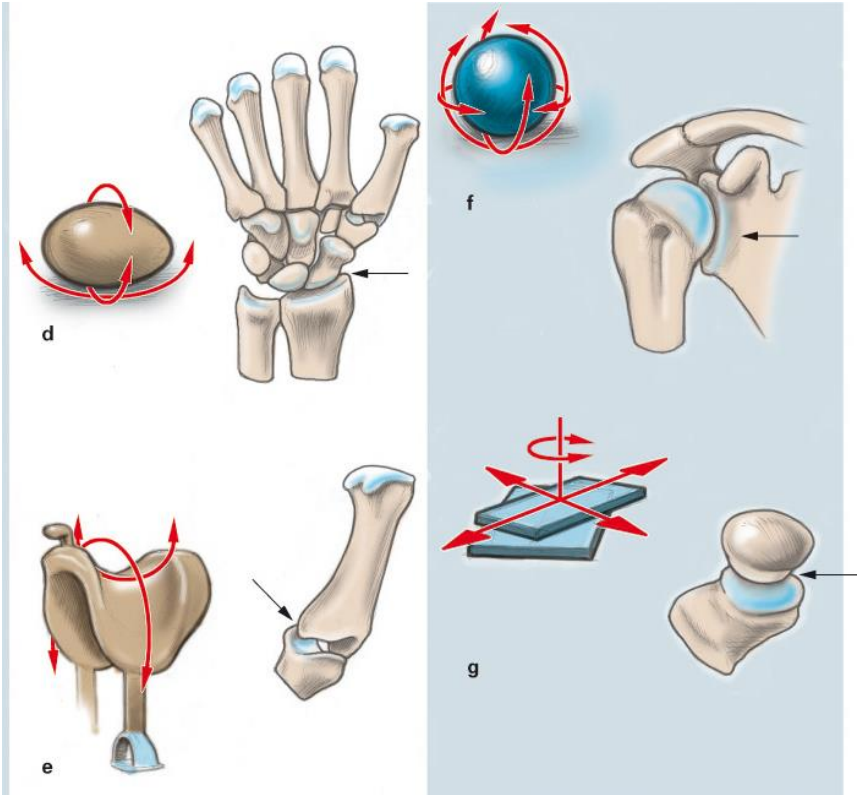
b+c) *Zapfen- oder Radgelenk*: einachsiges Gelenk, in dem Rotationsbewegungen möglich sind

Sind Scharnier- und Drehbewegungen in einem Gelenk möglich, spricht man von einem zweiachsigen Dreh-Scharniergelenk. (Beispiel: Kniegelenk)

Abb. 24



- d) *Eigelenk*: zweiachsiges Gelenk, in dem Beugung, Streckung, Heranführen, Abspreizen und Kreiselbewegungen möglich sind
- e) *Sattelgelenk*: zweiachsiges Gelenk, in dem Beugung, Streckung, Heranführen, Abspreizen und Kreiselbewegungen möglich sind
- f) *Kugelgelenk*: 3-achsiges Gelenk, in dem Beugung, Streckung, Heranführen, Abspreizen, Außendrehung und Innendrehung möglich sind
- g) *Planes Gelenk*: Gelenk, in dem einfache Gleitbewegungen in verschiedene Richtungen möglich sind

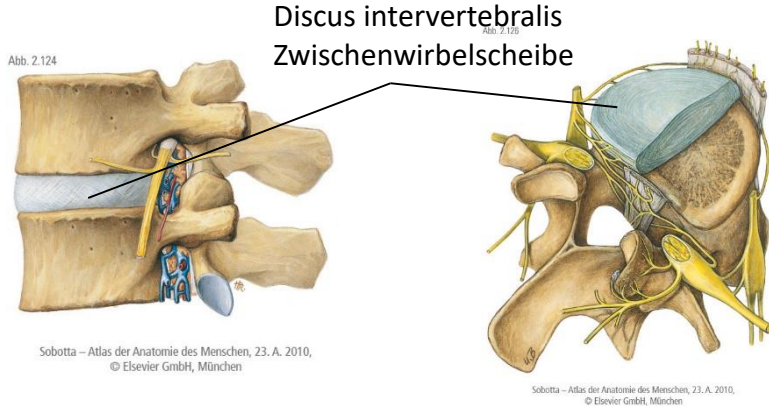


2.3 Hilfseinrichtungen von Gelenken

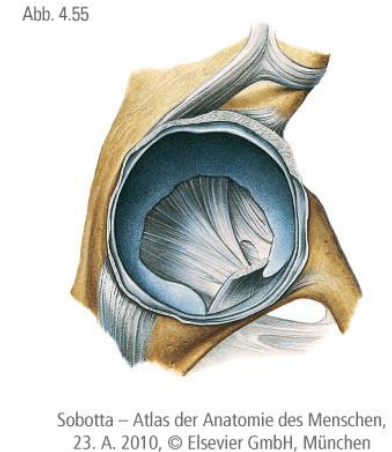
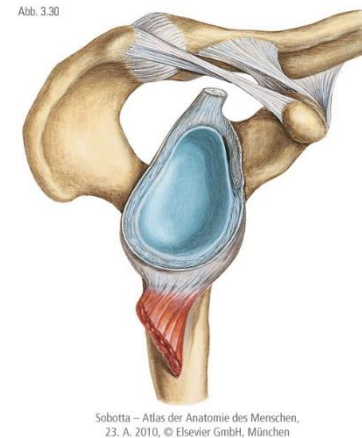
→ In mehreren Gelenken kommen intraartikuläre Strukturen vor, die für die biomechanische Funktion und das Bewegungsausmaß der Gelenke als Hilfseinrichtungen essentiell sind.

Dazu zählen: Gelenkzwischenscheiben (Disci, Menisci), Gelenkklippe (Labrum), Bänder (Ligamenta)

Gelenkzwischenscheiben



Gelenkklippe



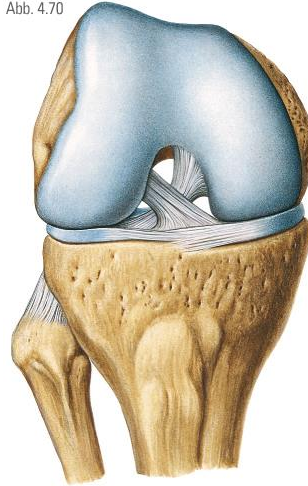
Bänder

Abb. 4.68



Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen,
23. A. 2010, © Elsevier GmbH, München

Abb. 4.70



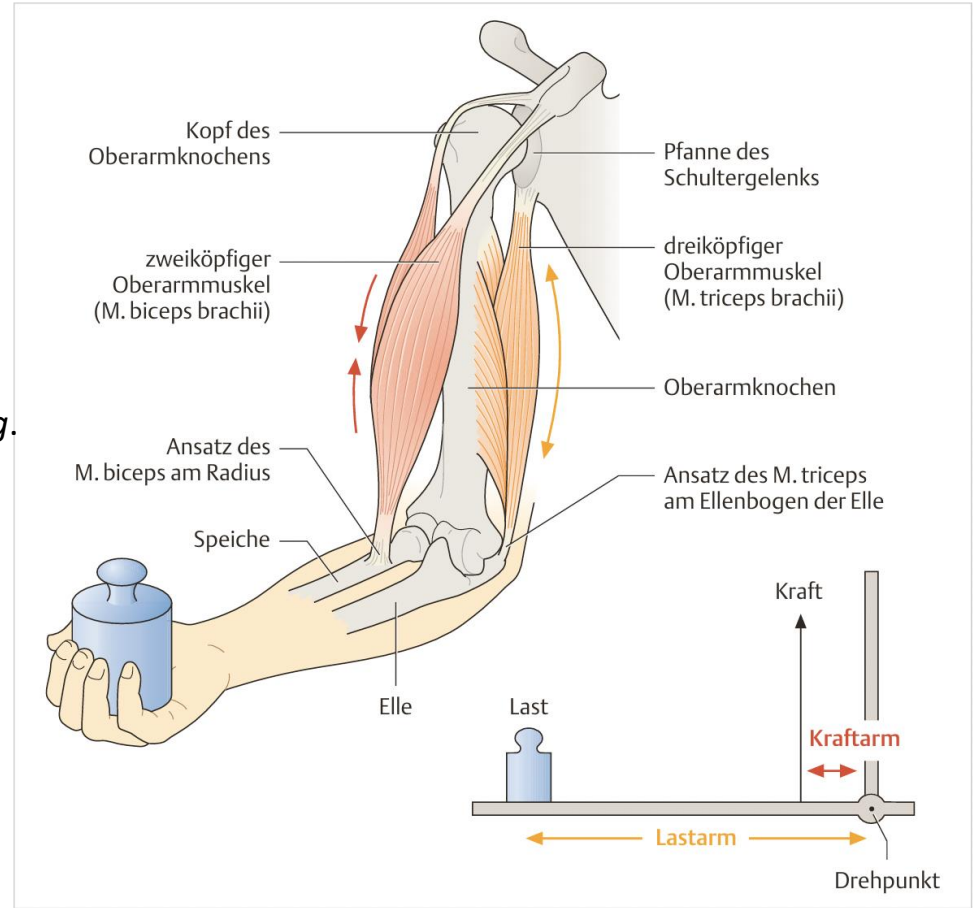
Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen,
23. A. 2010, © Elsevier GmbH, München

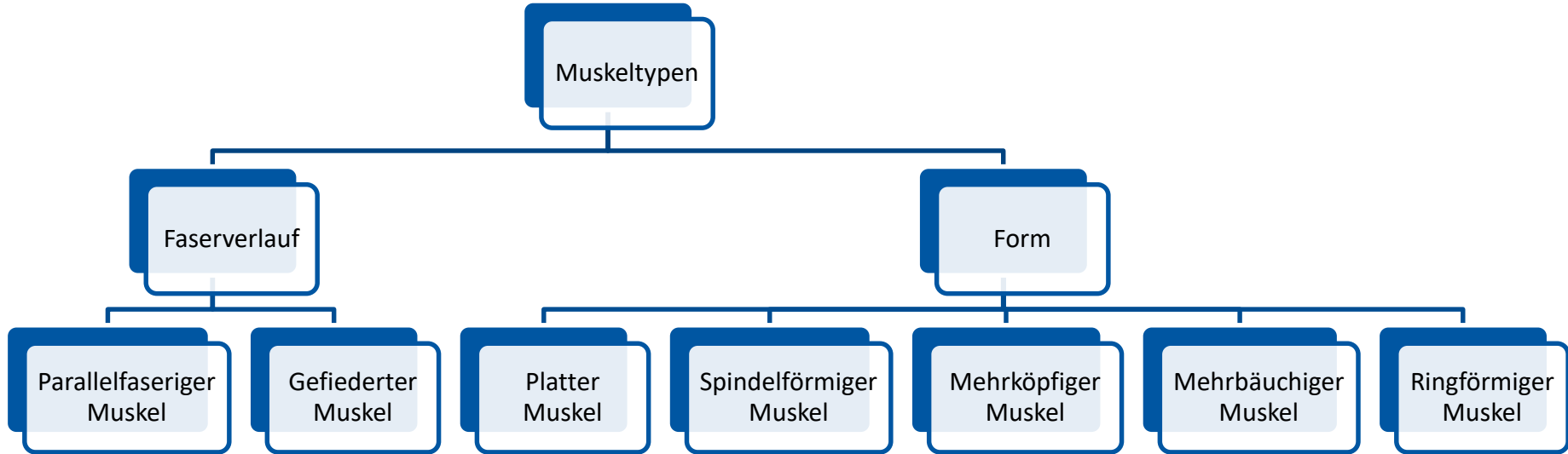
2.4 Skelettmuskulatur und Muskeltypen

Gelenkmechanik

- Die Richtung der Gelenkbewegungen wird durch die Form der Gelenkflächen und die Anordnung der Muskeln und Bandstrukturen bedingt.
- Die Gelenke des Menschen sind meist *kraftschlüssig*.
- Die Gelenkmechanik funktioniert nach den *Hebelgesetzen!*

Das Produkt aus Kraft x Kraftarm und Last x Lastarm heißt Drehmoment.





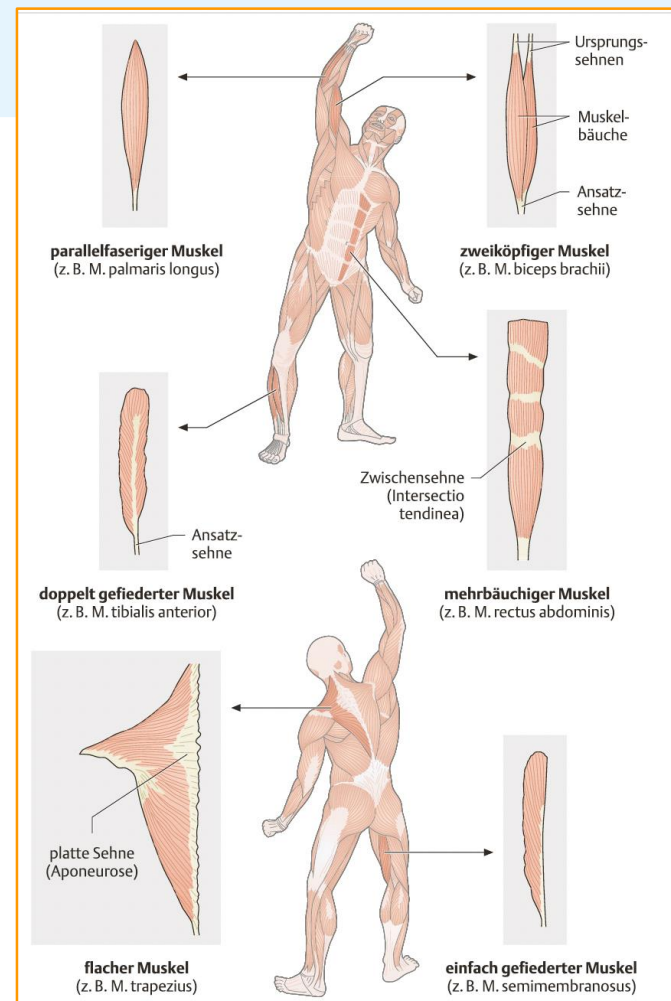
Es werden nicht gefiederte (parallelfaserige) von gefiederten Skelettmuskeln unterschieden.

→ Der physiologische Querschnitt von gefiederten Muskeln ist höher, ergo – die Kraftentwicklung ist größer!

Muskeln können ein oder mehrere Muskelköpfe haben, wenn Sie mehrere Ursprünge haben.

Muskeln können ein oder mehrbäuchig sein, wenn sie mehrere Zwischensehnen haben.

Muskeln können über ein oder mehrere Gelenke hinwegziehen, Man spricht von ein-, zwei- oder mehrgelenkigen Muskeln.



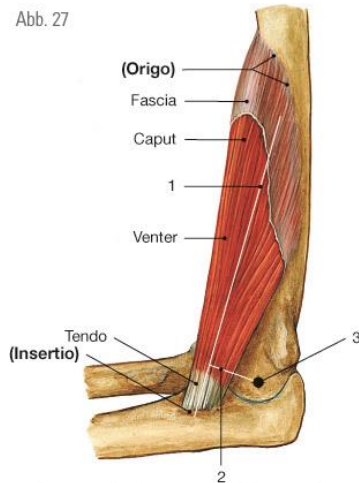
2.5 Hilfseinrichtungen von Muskeln und Sehnen

→ Sie haben die Aufgabe, die Reibung bei der Muskelarbeit herabzusetzen und die Kraft auf ein Minimum zu reduzieren.

Dazu zählen: Muskelfaszien, Sehnenscheiden, Schleimbeutel, Sesambeine

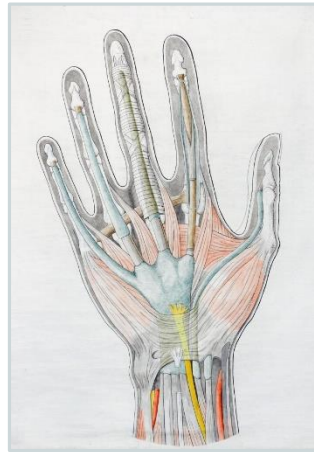
Faszien

Abb. 27



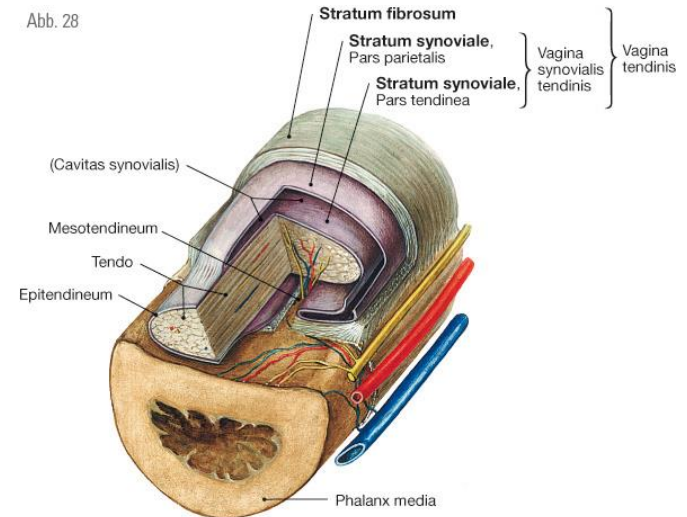
Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen, 23. A. 2010, © Elsevier GmbH, München

Sehnenscheiden



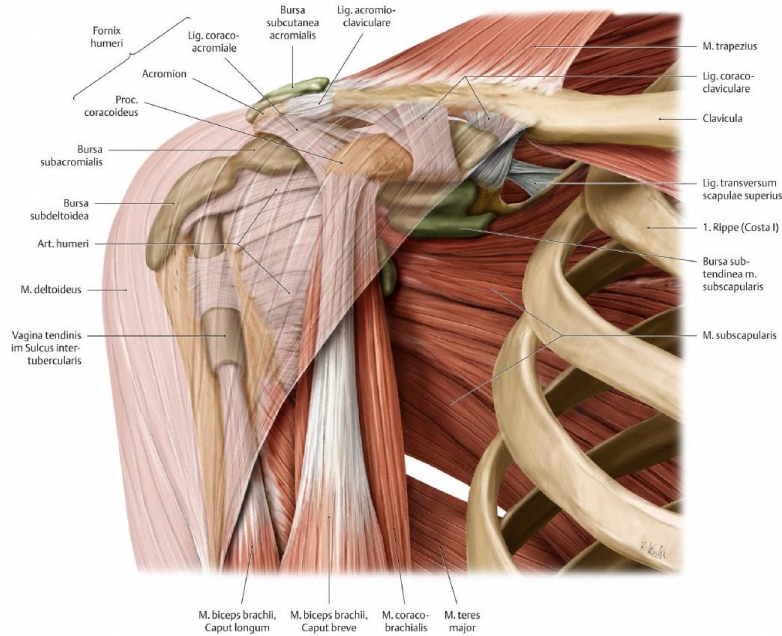
Lehrtafel: Digitale Sehnenscheiden, UKJ, Institut für Anatomie I

Abb. 28



Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen, 23. A. 2010, © Elsevier GmbH, München

Schleimbeutel



A Lage der Schleimbeutel an der rechten Schulter

Ansicht von ventral

Sesambeine

Abb. 4.68



Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen,
23. A. 2010, © Elsevier GmbH, München

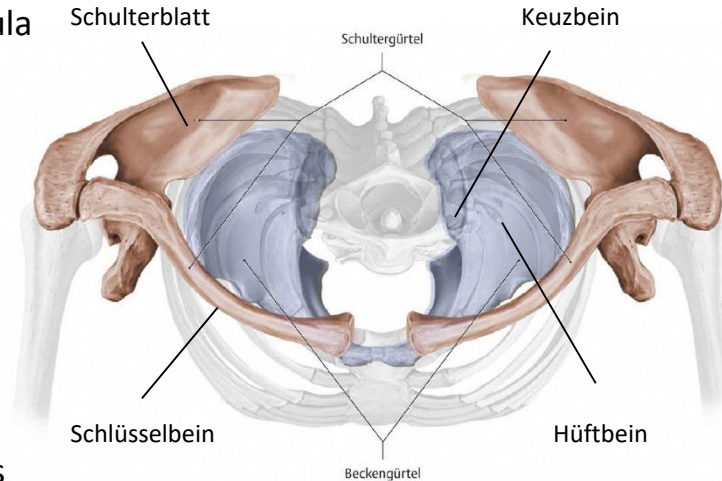
→ Die Knieschiebe ist das größte Sesambein des Menschen.

3. Spezielle Anatomie des Schulter-, Hüft- und Kniegelenks

Schultergürtel und Beckengürtel im Vergleich

Schultergürtel

- bestehend aus Scapula und Clavicula
- nicht fest am Rumpf verankert
- ist nach dorsal knöchern offen und wird muskulär geschlossen
- ist von der Stütz- und Lauffunktion ausgenommen
- im Dienst des Greifens und Tastens



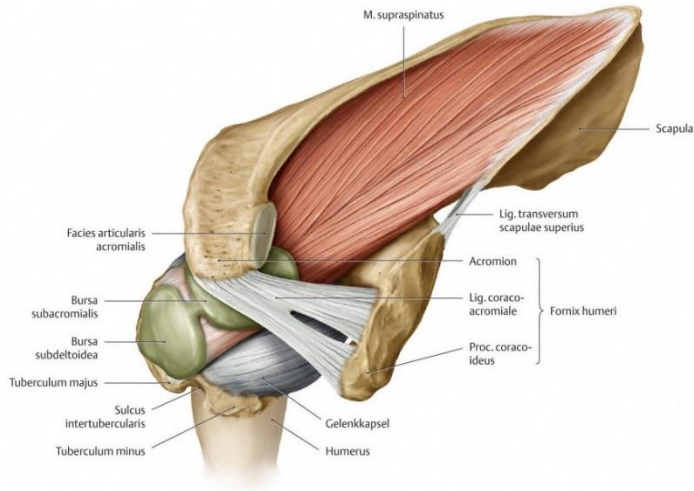
Beckengürtel

- bestehend aus Kreuzbein u. 2 Hüftbeinen
- fest in den Rumpf integriert
- ist ein knöchern geschlossener Ring
- ist ausschließlich für die Stütz- und Lauffunktion konstruiert
- im Dienst der Stabilität u. Fortbewegung

→ Es werden große Bewegungsumfänge für den Arm ermöglicht!

→ Die Bewegungsumfänge für das Bein sind eingeschränkt!

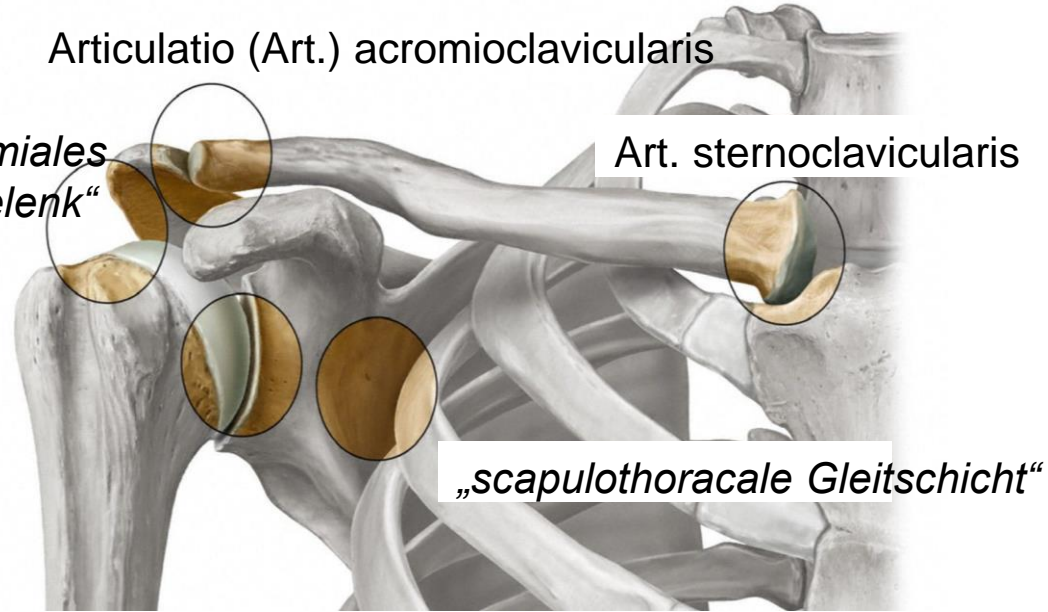
Schultergelenk



Articulatio (Art.) acromioclavicularis

„subakromiales
Nebengelenk“

Art. sternoclavicularis



→ Das Schultergelenk bildet mit dem Schultergürtel eine funktionelle Einheit!

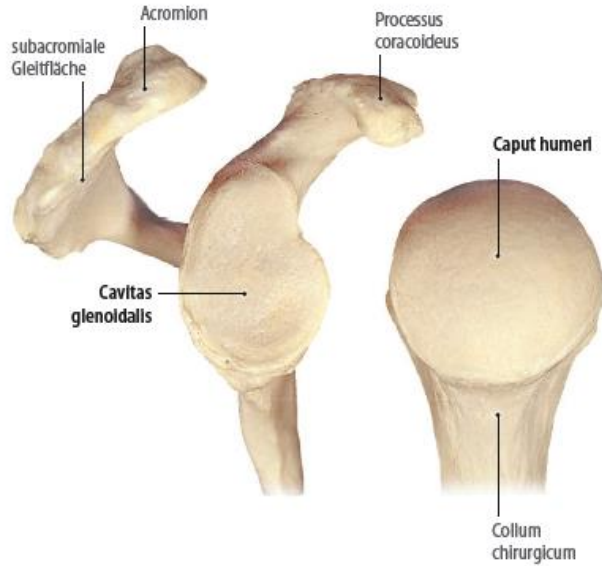
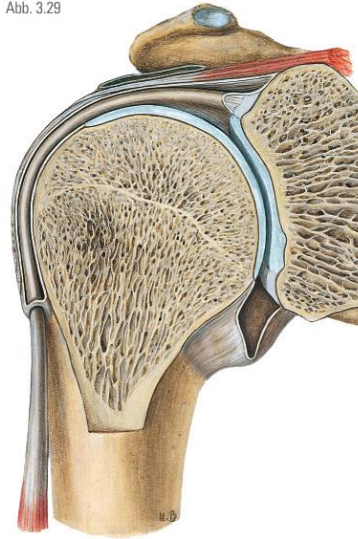
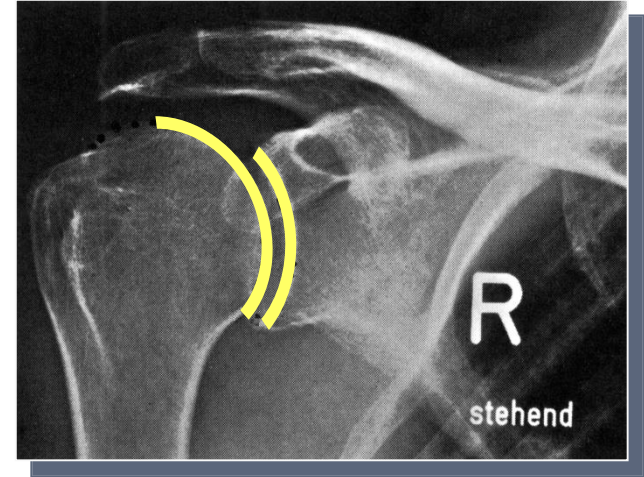


Abb. 3.29

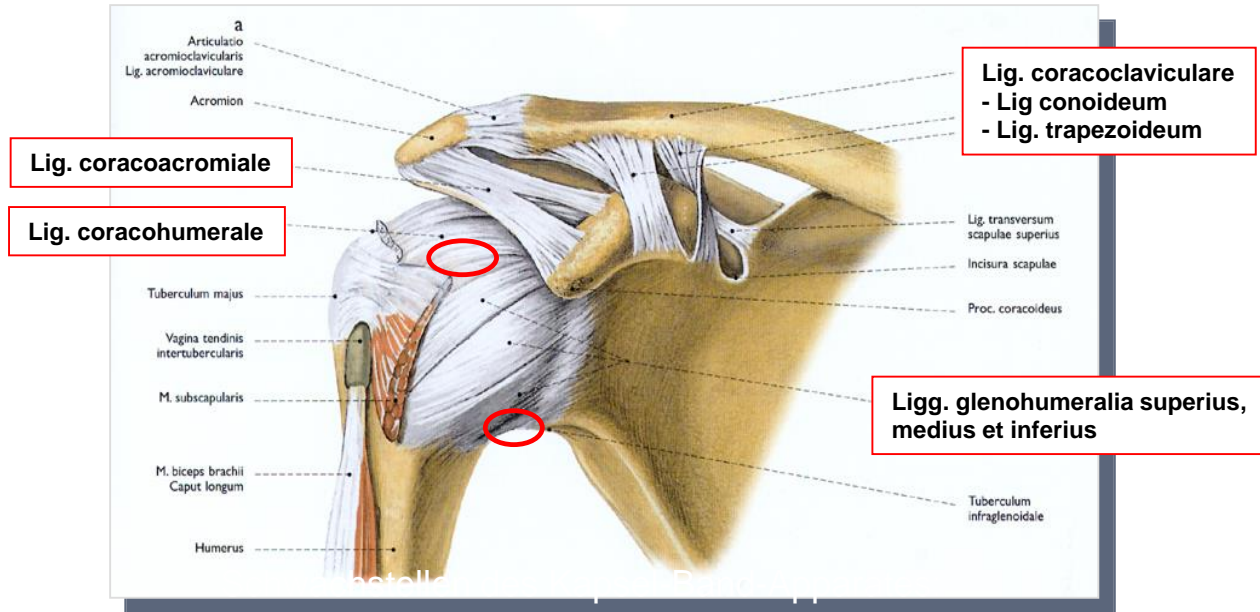


Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen,
23. A. 2010, © Elsevier GmbH, München



Die artikulierenden Knochen sind absolut inkongruent zueinander.
Das Verhältnis von Gelenkkopf zur Gelenkpfanne beträgt 4 : 1!

Direkt und indirekt stabilisierende Bänder



Das Schultergelenk hat einen schwachen Kapsel-Band-Apparat.

Tiefe Muskelmanschette

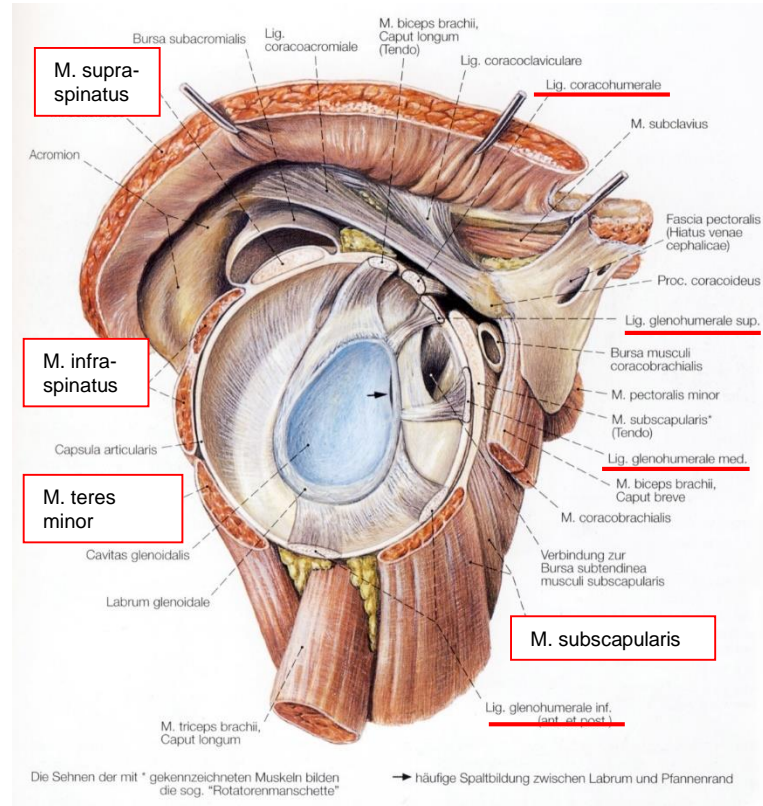
- Mm. supraspinatus, infraspinatus et teres minor
- M. subscapularis

Oberflächliche Muskelmanschette

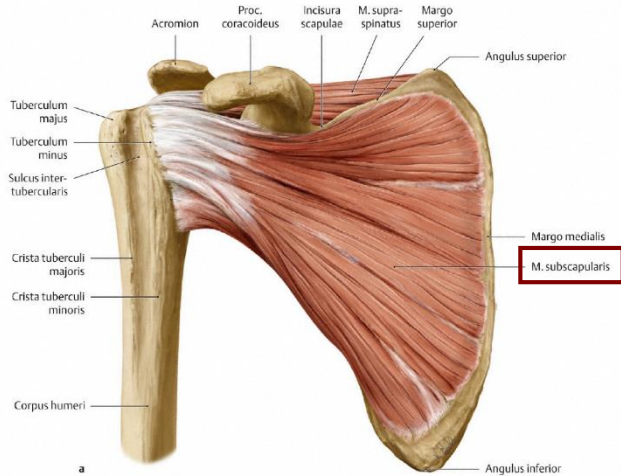
- M. deltoideus
- lange Bicepskopf-Sehne

→ starker Muskelmantel

→ Das Schultergelenk ist ein Muskel geführtes Gelenk!

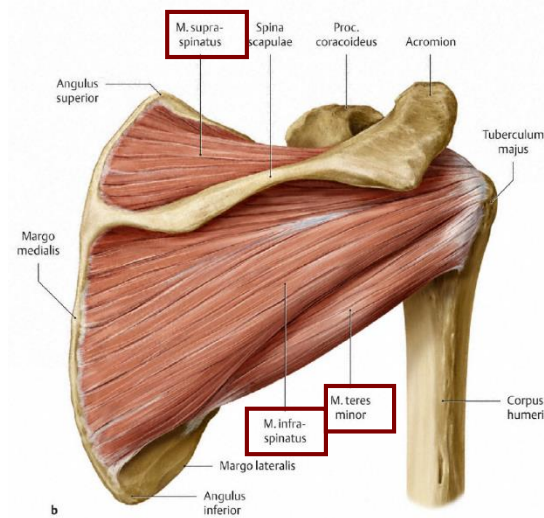


Rotatorenmanschette



c Muskeln der Rotatorenmanschette: M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor und M. subscapularis. Rechtes Schultergelenk

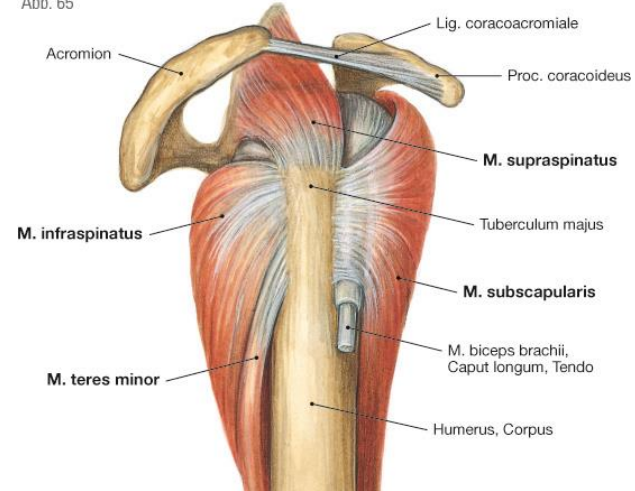
a Ansicht von ventral



c Muskeln der Rotatorenmanschette: M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor und M. subscapularis. Rechtes Schultergelenk

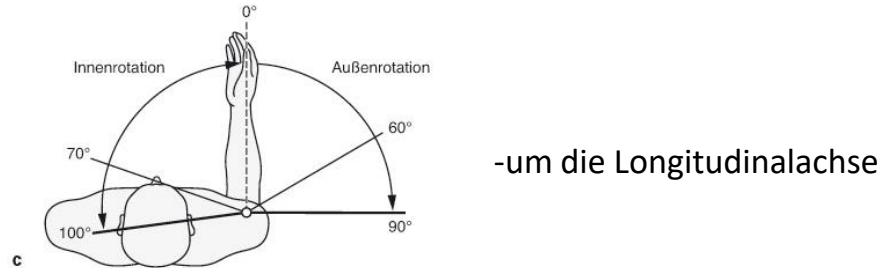
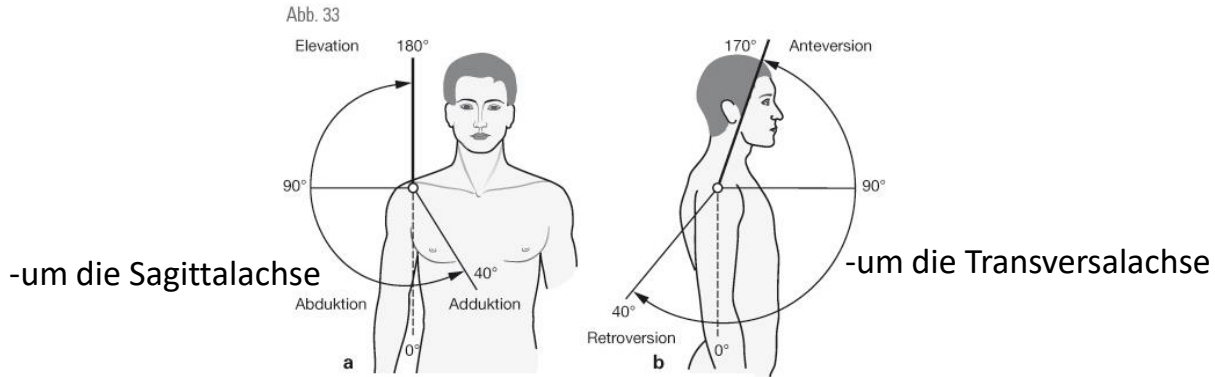
b Ansicht von dorsal

Abb. 65

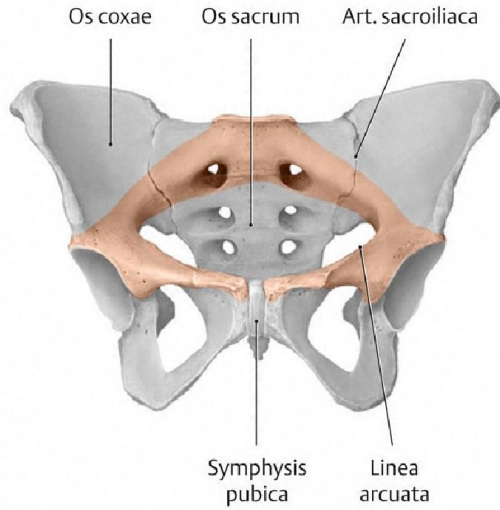


Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen, 23. A. 2010, © Elsevier GmbH, München

Bewegungsumfänge im Schultergelenk

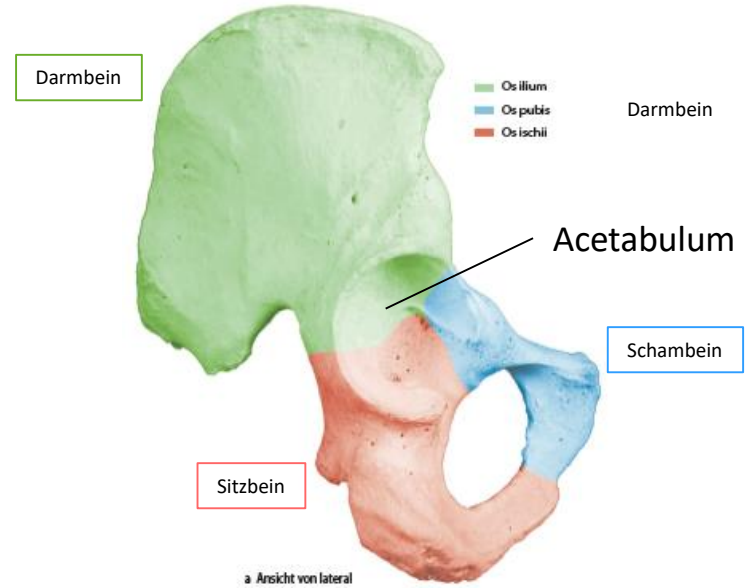


Hüftgelenk



D Beckengürtel und Beckenring.

Ansicht von ventral

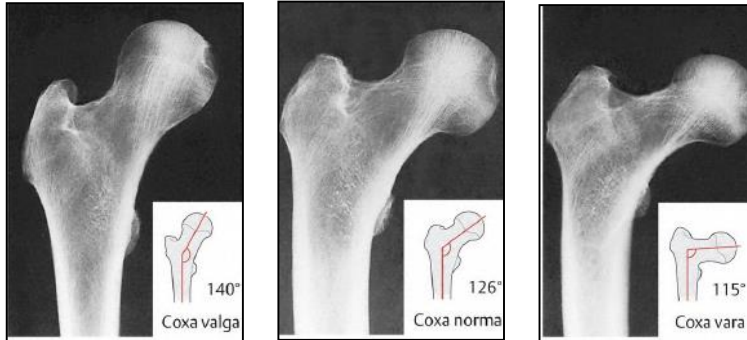


Hüftbein (Os coxae)

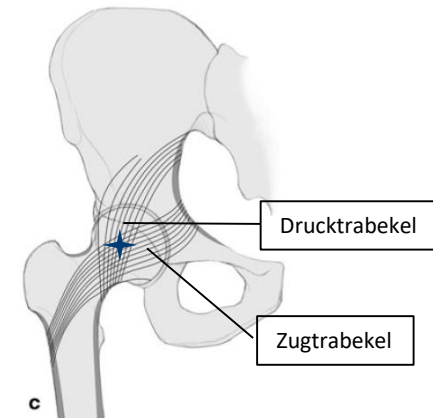
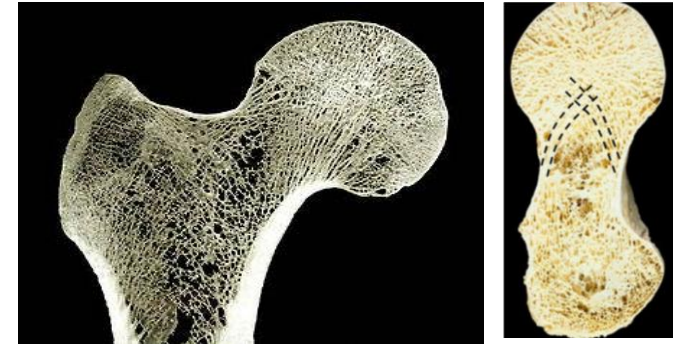


Das proximale Femur mit Trabekelarchitektur und CCD-Winkel

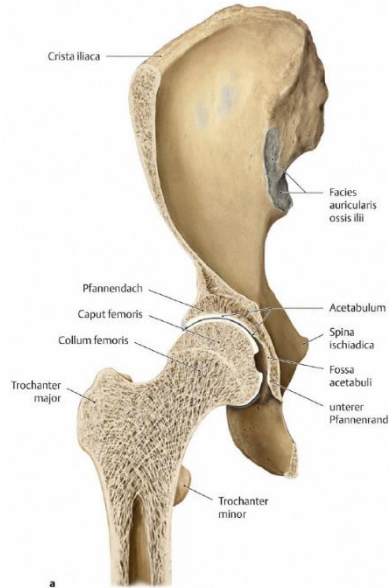
→ Es ist aus dichter Spongiosa aufgebaut, die als Druck- und Zugtrabekel entsprechend den einwirkenden Kräften angeordnet sind.



Ward-Dreieck: geringe Knochendichte durch geringe biomechanische Beanspruchung.



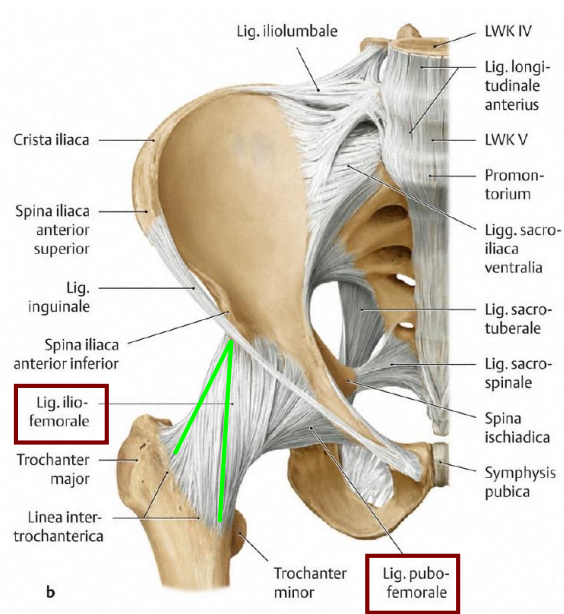
Artikulierende Knochen des Hüftgelenks



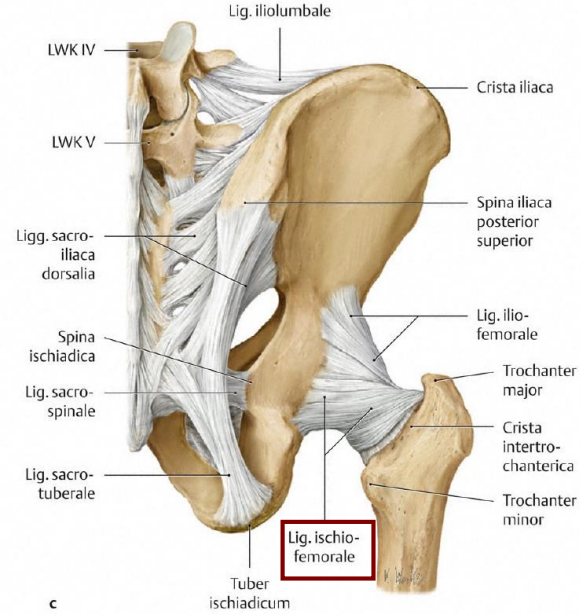
C Transversaler Winkel der Pfanneneingangsebene beim Erwachsenen
a Rechtes Hüftgelenk, Ansicht von vorne. Frontaler Sägeschnitt auf Höhe der Fossa acetabuli

- Die Gelenkpfanne, das Acetabulum, umfasst mehr als die Hälfte des Hüftkopfes.
- Es ist eine Sonderform des Kugelgelenkes und wird als **Nussgelenk** bezeichnet.
- Das Hüftgelenk ist ein Gelenk **mit Knochenführung!**

Stabilisierende Bänder des Hüftgelenks

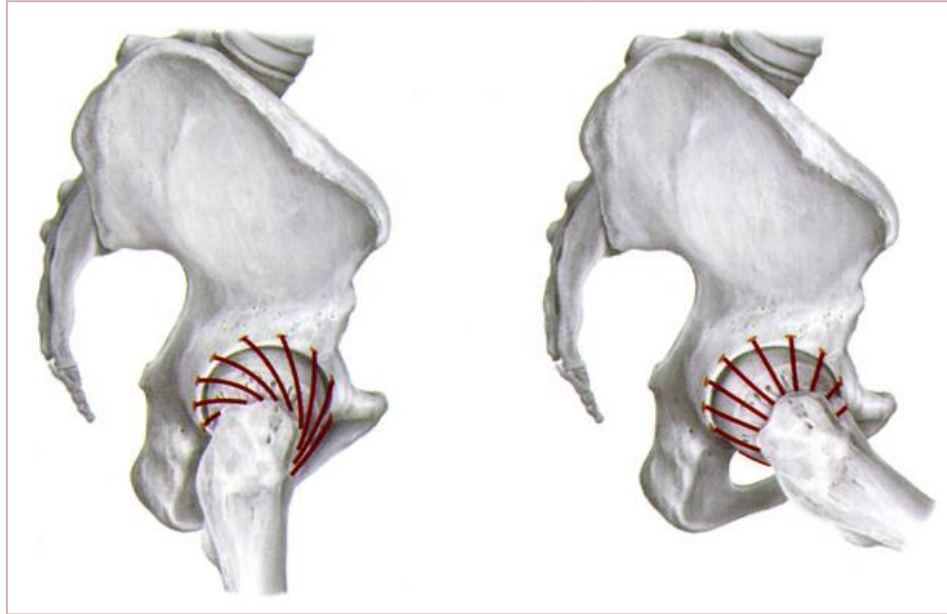


A Bandapparat eines rechten Hüftgelenks.



A Bandapparat eines rechten Hüftgelenks.

Die Bänderschraube

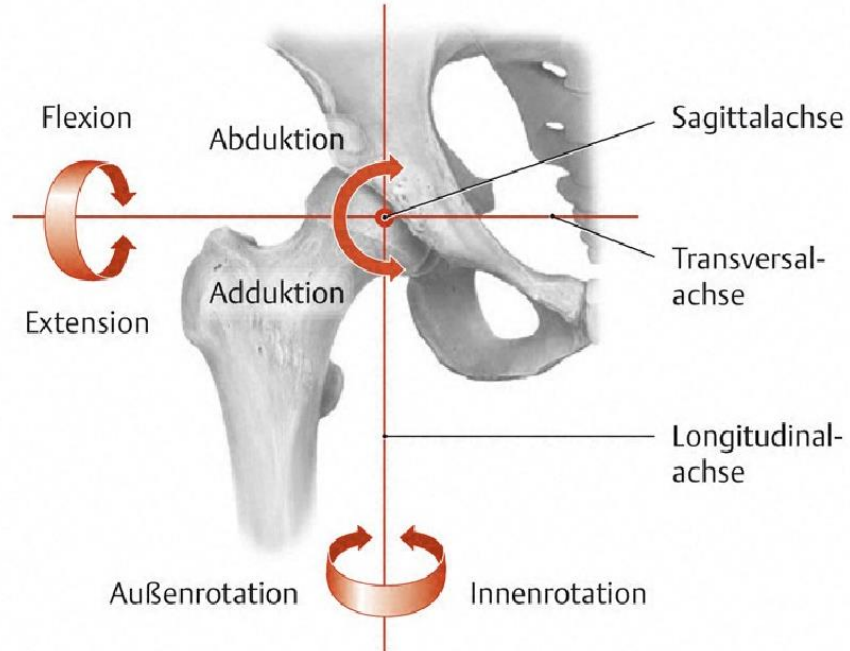


Bei einer Streckbewegung im Hüftgelenk spannt sich v.a. das Lig. iliofemorale an.
Der Hüftkopf wird in die Pfanne gepresst.

→ Im Stand wird der Rumpf stabilisiert und ein Abkippen des Rumpfes nach dorsal verhindert.

Bewegungsachsen des Hüftgelenks

Das Hüftgelenk ist ein Kugelgelenk
mit 3 Freiheitsgraden der Bewegung.



Muskelgruppen, die auf das Hüftgelenk wirken

Abb. 4.118

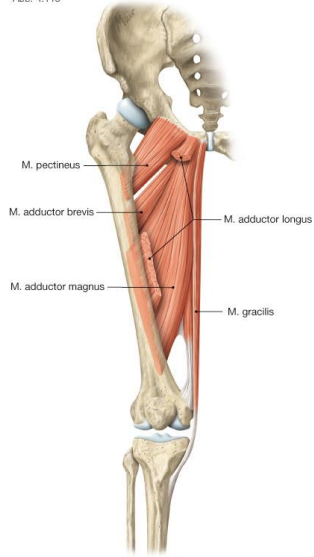


Abb. 4.124



Beugung und Innenrotation:

-M. iliopsoas

-Caput longum des

M. quadriceps femoris

→ Der Quadriceps wirkt auf das Kniegelenk als Strecker!

Adduktion:

-M. pectineus und

Adduktoren des Oberschenkels

Streckung:

-ischiocurale Gruppe

→ Die ischiocrurale Gruppe wirkt auf das Kniegelenk als Beuger.

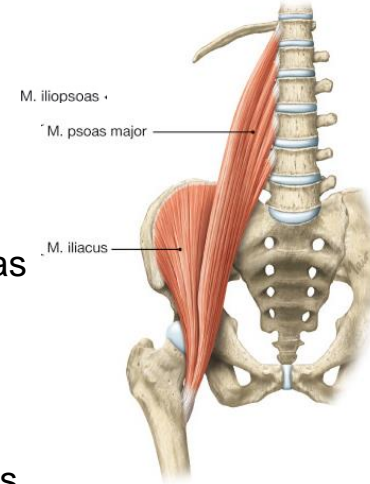
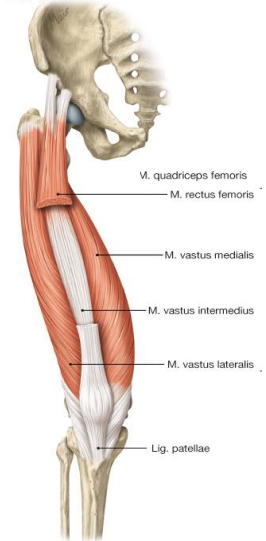
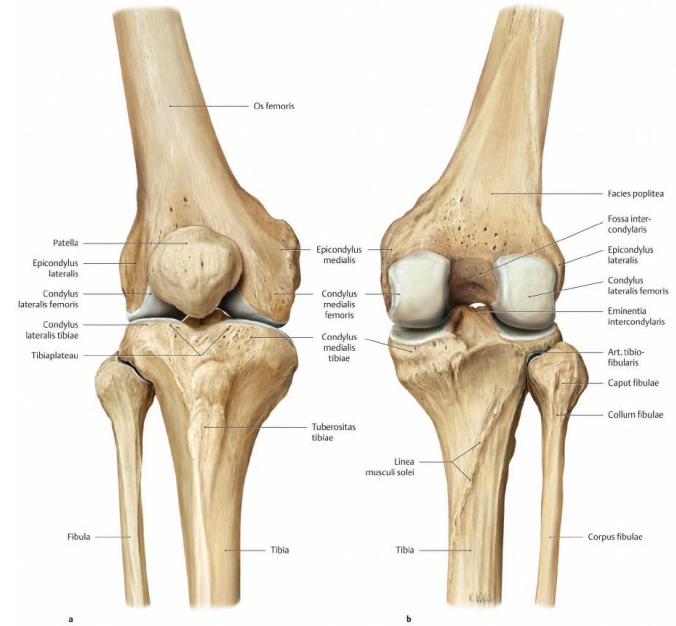
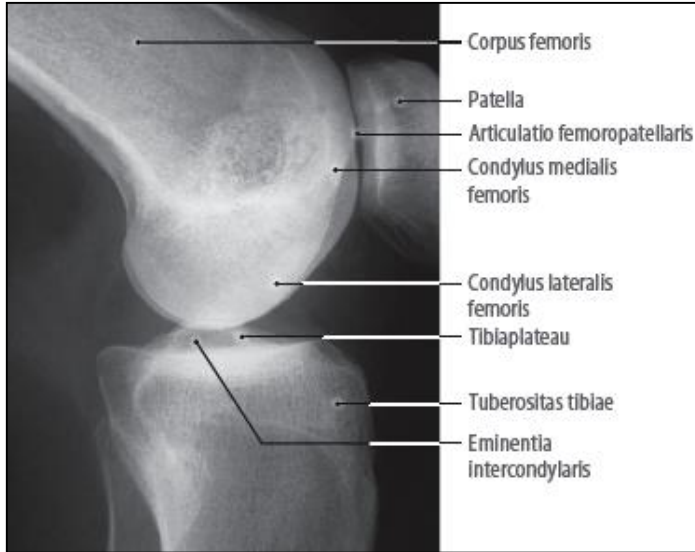


Abb. 4.117



Kniegelenk



A Rechtes Kniegelenk

a Ansicht von vorne | b Ansicht von hinten

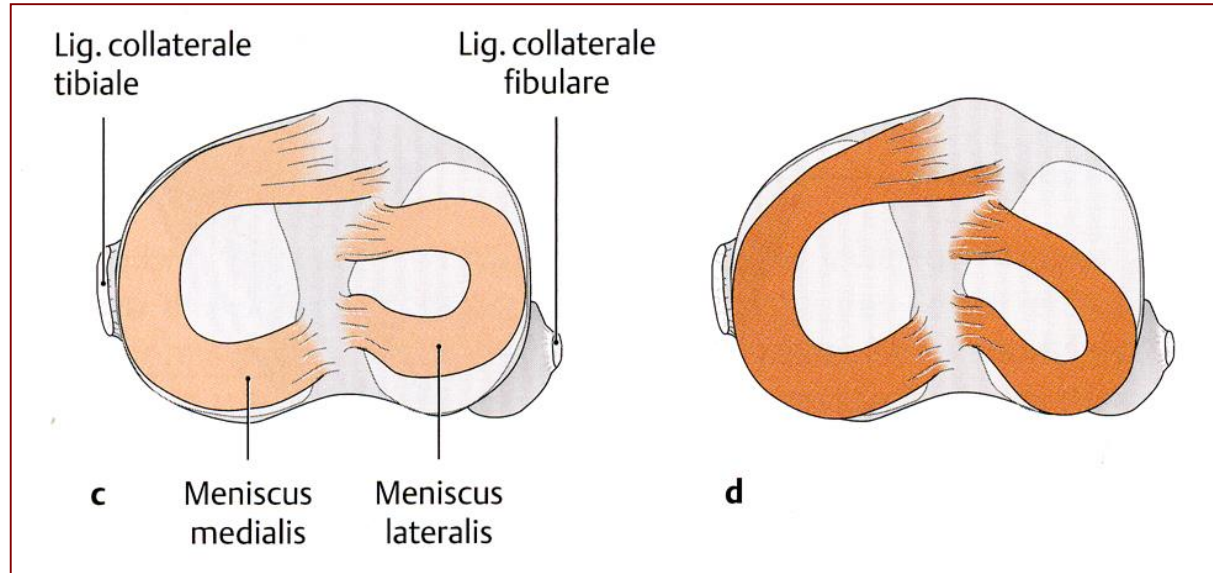
PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem
 M. Schönke, E. Schulze, U. Schumacher, Illustrator: K. Wesker
 © Georg Thieme Verlag 2006 - Alle Rechte vorbehalten - www.thieme.de/prometheus

→ Die Gelenkflächen sind zueinander absolut inkongruent.

→ Das Gelenk ist nicht von einem Muskelmantel umgeben. Es ist ein Gelenk mit **Bänderführung!**

Menisci des Kniegelenkes

Streckung



Beugung

Medialer Meniscus:

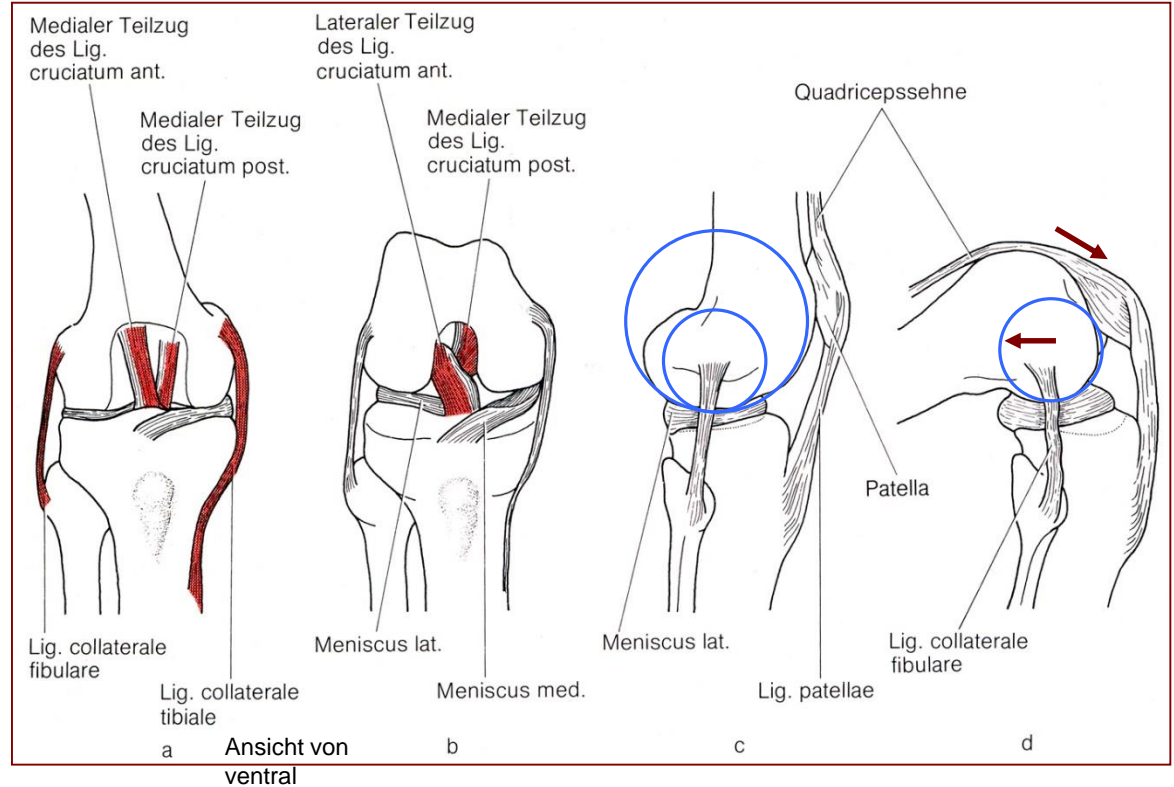
- größer
- C-förmig
- weniger beweglich → mit Lig. collaterale mediale verwachsen!

Lateraler Meniscus:

- kleiner
- rund
- beweglicher → mit keinem Kollateralband verwachsen!

Kreuz- und Seitenbänder des Kniegelenkes

→ Das Kniegelenk ist ein
Drehscharniergelenk.

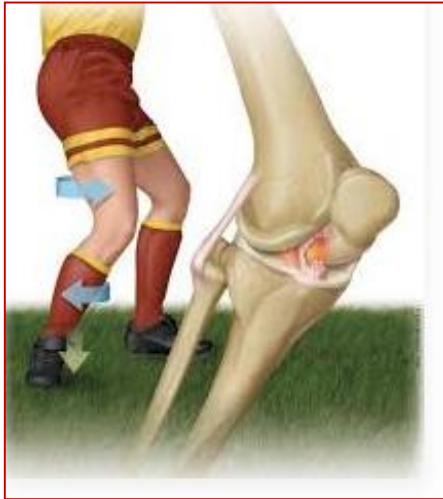


Streckung

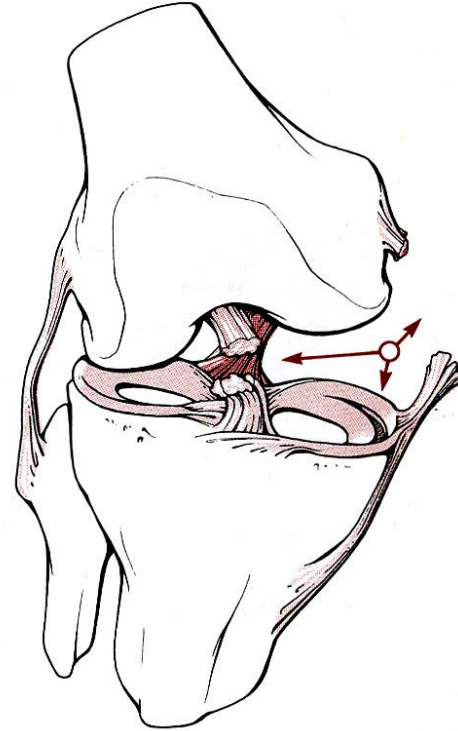
Beugung

Gleitbewegungen von Patella u. Menisci

Klinik:
Unhappy-triad-Verletzung



Innenmeniskus und Innenbandriß und Ruptur des vorderen Kreuzbandes.

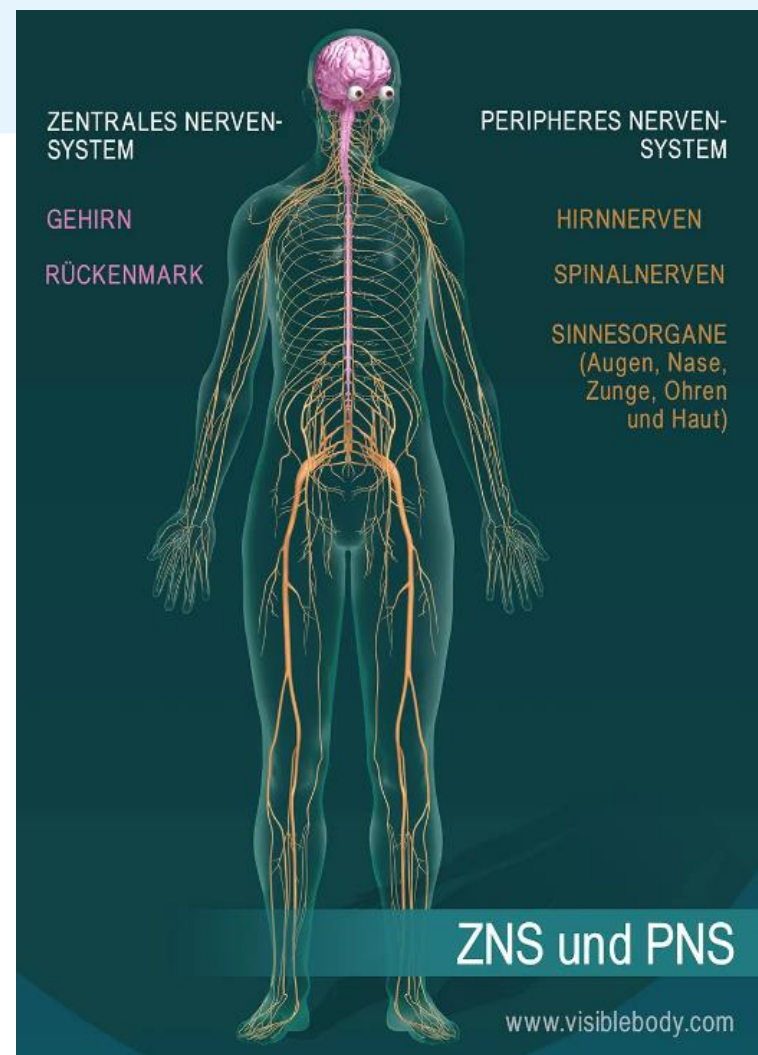


4. Das periphere Nervensystem (PNS) und die Ursache von Lumboischialgien

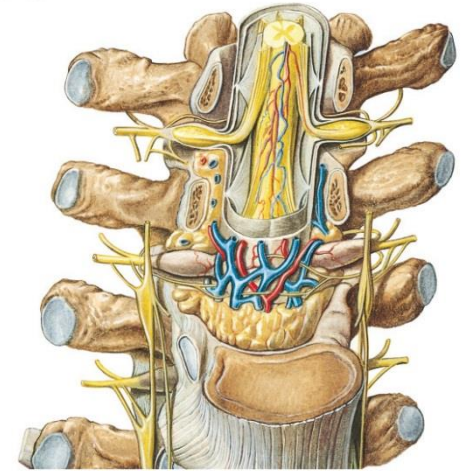
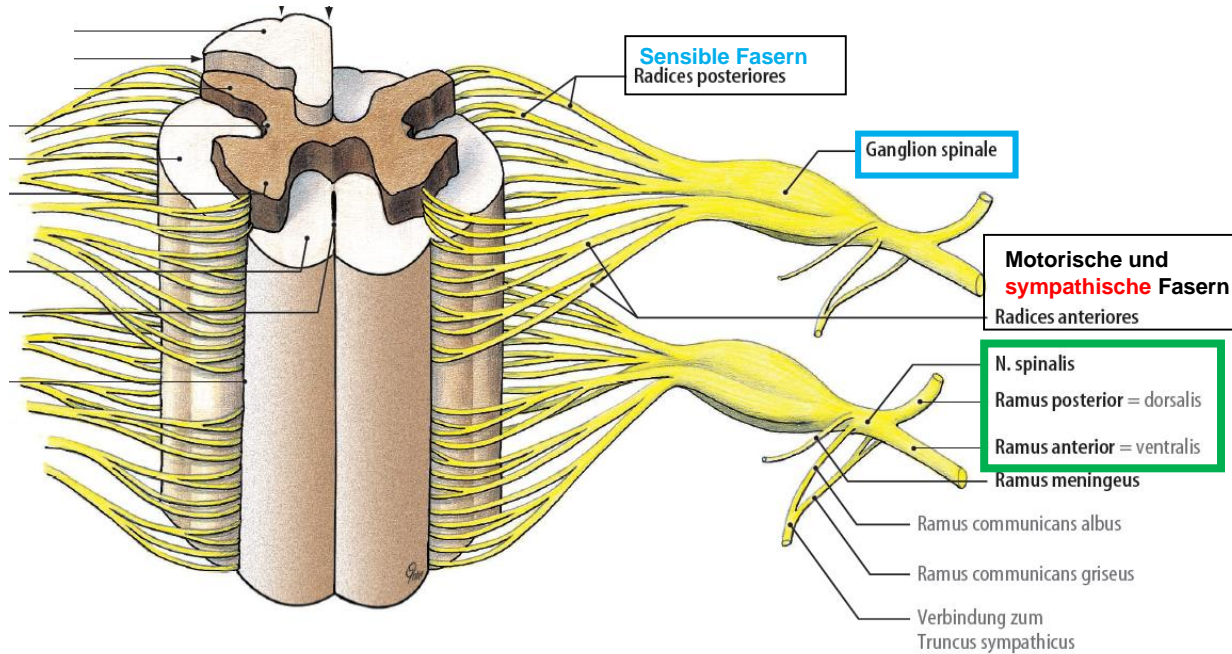
Das PNS besteht aus:

- Rückenmarksnerven (Spinalnerven) und den Hirnnerven III bis XII
- Anhäufungen von Nervenzellkörpern (Ganglien)

Ein peripherer Nerv ist ein gemischter Nerv, da er sowohl afferente Nervenfaser (NF) als auch efferente somatische und vegetative NF enthält.



Aufbau von Rückenmarksnerven

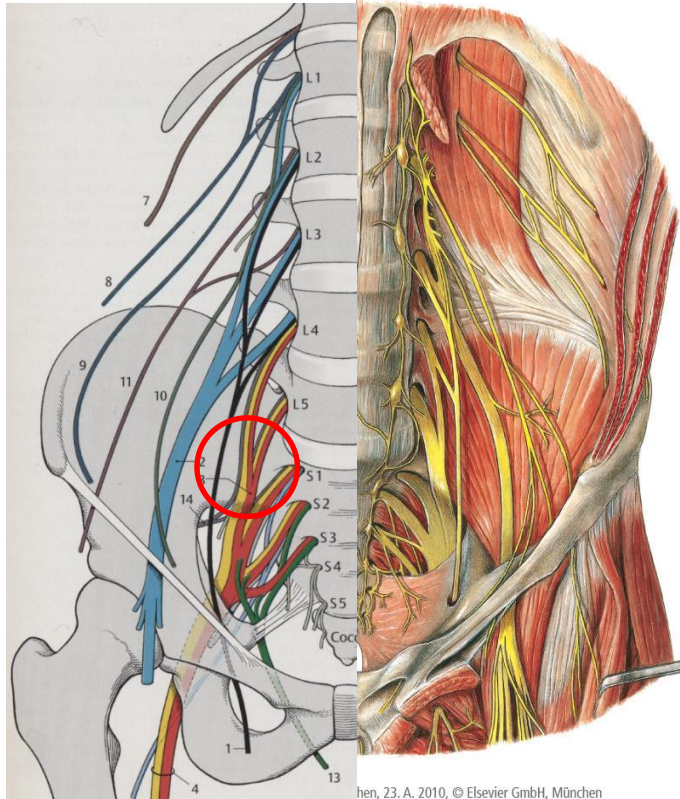


Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen, 23. A. 2010, © Elsevier GmbH, München

Spinalnerv: motorische + sensible + sympathische (vegetative) Fasern

Funktion der sympathischen Fasern: Vasomotorik, Pilomotorik, Sudomotorik

Das Lenden- und Kreuzbeingeflecht (Plexus lumbosacralis)



Äste des Plexus lumbalis (aus T12-L4):

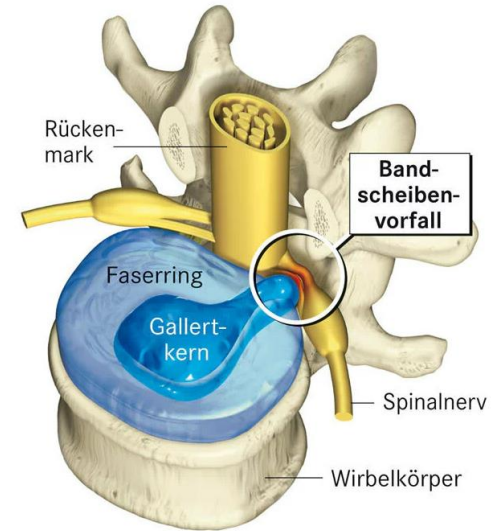
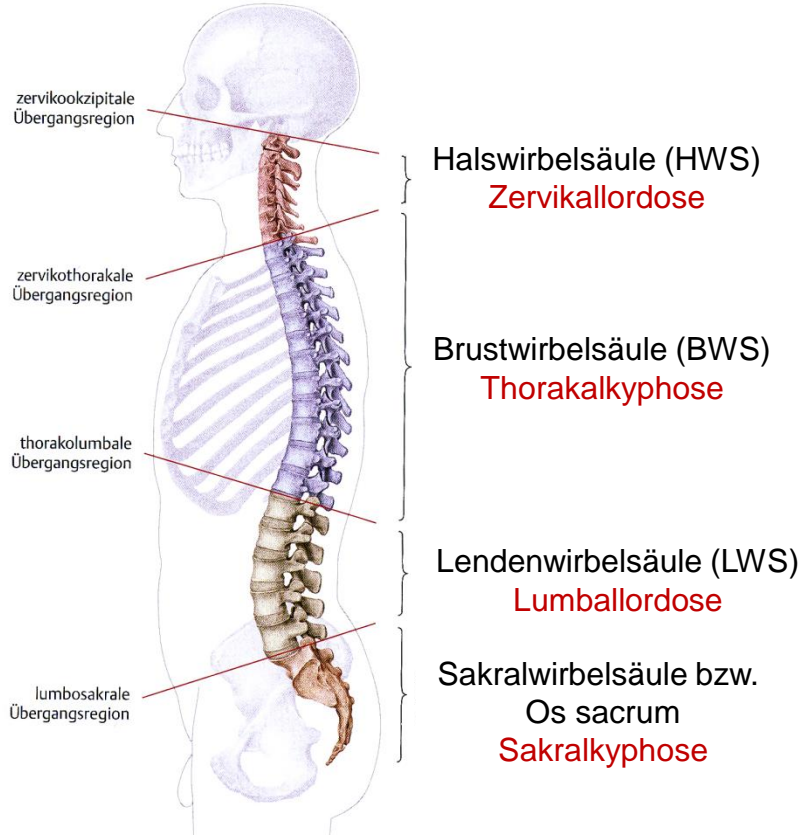
- N. subcostalis (T 12)
- N. iliohypogastricus (T 12, L 1)
- N. ilioinguinalis (L 1)
- N. genitofemoralis (L 1,2)
- N. cutaneus femoris lateralis (L 2,3)
- N. femoralis (L1-L4)
- N. obturatorius (L 2-4)

Äste des Plexus sacralis

- N. gluteus superior (L4-S1)
- N. gluteus inferior (L5-S2)
- N. cutaneus femoris posterior (S1-S3)
- **N. ischiadicus – Sitzbeinnerv (L4-S3)**
- N. pudendus (S2-4)

→ Bandscheibenvorfälle zwischen L5/S1 komprimieren den lumbalen Anteil des N. ischiadicus (=Truncus lumbosacralis).

Physiologische Krümmungen der Wirbelsäule und Bandscheibenvorfälle



Bandscheibenvorfall: Der Bandscheibenkern durchbricht den eingerissenen Faserring und kann den Rückenmarksnerv beengen
© W&B/Szczesny/Beardt, Neusel

Der Hexenschuss: Lumbago bzw. akute Lumboischialgie

→ akute Rückenschmerzen im unteren Rücken, die teilweise die Bewegungsfähigkeit einschränken können.



Mögliche Ursachen: Muskelverspannungen

Einklemmung des N. ischiadicus (Sitzbeinnerv)

Bandscheibenvorfall im Bereich der Lendenwirbelsäule mit ausstrahlenden Schmerzen bis in das Bein!