2 Strukturen der Funktionseinheit Gelenk

Im weiteren Verlauf dieses Buches werde ich die funktionell zusammenhängenden Strukturen des *physiologischen Gelenks* besprechen. Dabei werde ich auf das *periphere Gelenk* und das *Wirbelsäulensegment* eingehen und folgende Strukturen näher behandeln:

- Knochen
- Gelenkknorpel
- Menisken
- Intraartikuläre Disken
- Meniskoiden
- Bandscheiben
- Gelenkkapsel und Bänder
- Synovialflüssigkeit
- Knochen-Sehnen-Übergang
- Sehnen
- Muskel-Sehnen-Übergang
- Bindegewebe innerhalb des Muskelbauchs
- Kontraktile Elemente der quergestreiften Muskulatur
- Periphere Nerven
- Faszien

Peripheres Gelenk

Ein Gelenk ist zunächst die Stelle, an der sich zwei oder mehrere *Knochen* treffen und sich mit- bzw. gegeneinander bewegen (Abb. 2.1). Dabei sind die Knochen des Gelenks durch einen Gelenkspalt voneinander getrennt.

Die einzelnen Bestandteile eines Gelenks differenzieren sich während des Wachstums aus. Die peripheren Gelenke sind dabei ähnlich aufgebaut (Abb. 2.2).

Die Knochen benötigen eine Schutzschicht, die in der Lage ist, für eine reibungs- und verschleißlose Bewegung zu sorgen. Diese Schicht sollte auch die Belastung reduzieren, die bei Bewegungen auf die Knochen einwirkt. Diese Funktionen erfüllt der *Gelenkknorpel*.

Das Gelenk muss außerdem Strukturen besitzen, die eine Bewegung steuern und begrenzen. Hierfür sind die *Bänder* und die *Kapsel* verantwortlich. Die Kapsel produziert zusätzlich Synovialflüssigkeit, die für die Schmierung des Gelenks von

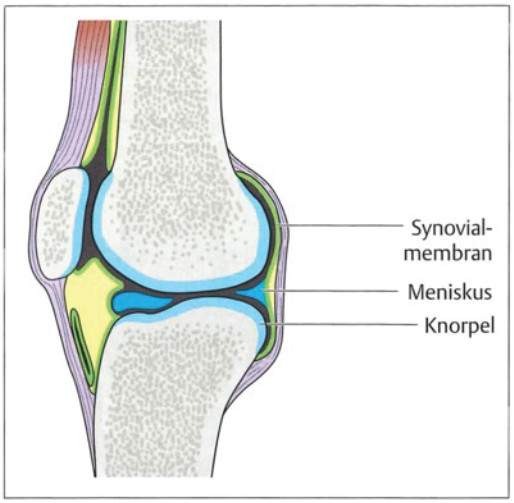


Abb. 2.1 Aufbau eines peripheren Gelenks: Sagittalschnitt durch das Kniegelenk.

essenzieller Bedeutung ist und außerdem für die Ernährung des Gelenkknorpels sorgt.

Weitere wichtige Strukturen eines Gelenks sind die *Muskeln*, die Bewegungen initiieren und ermöglichen. Dabei sind nichtkontraktile und kontraktile Elemente von Bedeutung. Muskeln könnten jedoch ohne ein Steuerungssystem nicht funktionieren, weshalb jedes physiologische Gelenk auch *Nerven* besitzt. Strukturen, die nur in bestimmten Gelenken zu finden sind, sind *Disken* und *Menisken*. Diese *intraartikulären Strukturen* sind sowohl in den peripheren Gelenken als auch in den Wirbelsäulengelenken zu finden. Für den Discus intervertebralis werde ich die im deutschsprachigen Raum gängige Bezeichnung Bandscheibe verwenden. In den peripheren Gelenken werden bandscheibenähnliche Strukturen Meniskus oder Discus interarticularis genannt, in den Facettengelenken der Wirbelsäule werden bandscheibenähnliche Strukturen meist als Meniskoiden bezeichnet. Ihre Funktion ist in allen Fällen gleich: Sie gleichen vorhandene Gelenkinkongruenz aus. Eine Inkongruenz zwischen den Gelenkpartnern hätte eine viel zu hohe Stoßbelastung pro cm^2 zur Folge. Durch den Ausgleich erhöht sich die Stabili-

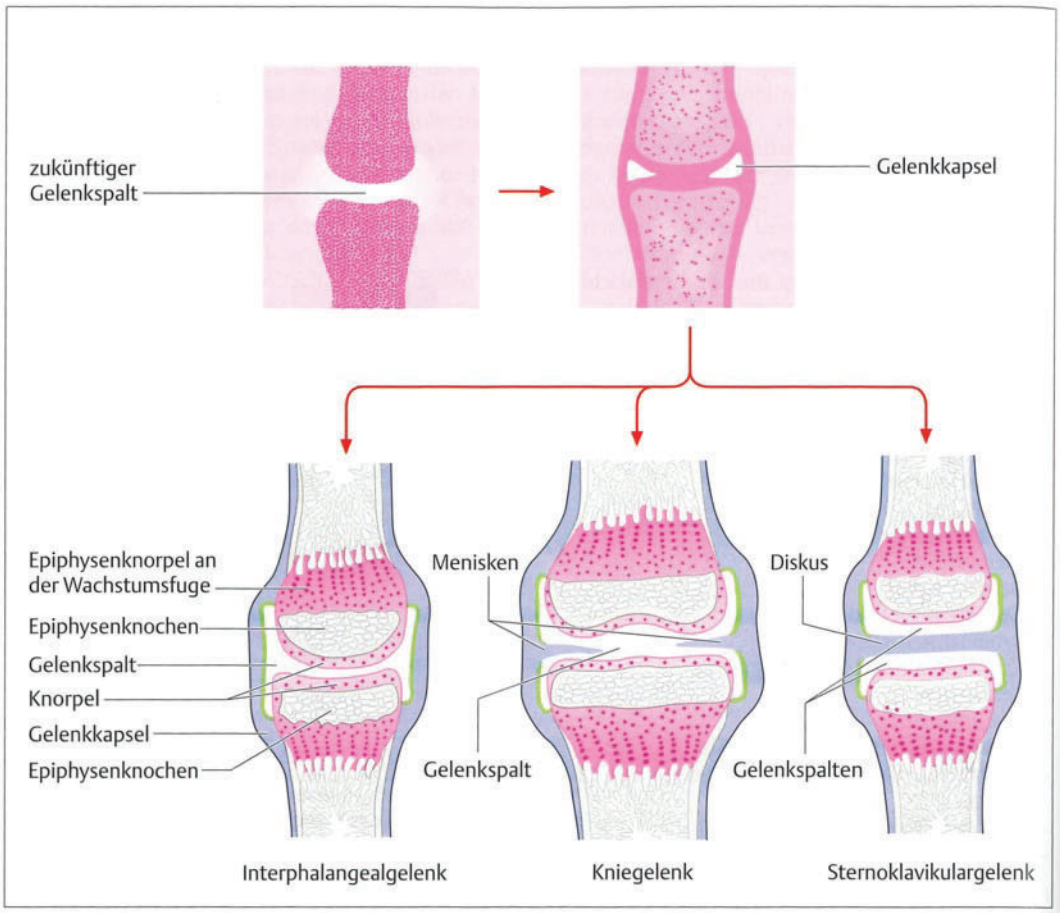


Abb. 2.2 Entwicklung und Aufbau verschiedener peripherer Gelenke.

tät des Gelenks, wobei sich gleichzeitig die Belastung auf die Knorpelflächen der Gelenkpartner verringert. Die intraartikulären Strukturen verteilen und reduzieren also die Stoßbelastung und schützen das Gelenk so vor zu schnellem Verschleiß.

Für die *Durchblutung* der Gelenke sorgen Blutgefäße, die in Kapseln, Bändern, Menisken, Disken, Knochen und Muskeln zu finden sind. Die einzige Struktur in diesem Bereich, die nach heutigem Kenntnisstand nicht durchblutet wird, ist der Gelenkknorpel. Er erhält die Nährstoffe über die Prozesse der Diffusion und der Osmose. Alle Strukturen, die durchblutet werden, werden auch innerviert. Damit werden alle genannten Strukturen außer dem Gelenkknorpel sensorisch (afferent) und vegetativ (efferent) innerviert. Allein das Muskelgewebe wird zusätzlich motorisch (efferent) innerviert.

Wirbelsäulensegment

Während ein einzelnes peripheres Gelenk bereits eine funktionelle Einheit bildet, ist es bezüglich der Wirbelsäule sinnvoll, ein Bewegungssegment als funktionelle Einheit zu betrachten. In einem Bewegungssegment finden zwischen zwei Wirbeln immer gleichzeitig Bewegungen in zwei synovialen Gelenken und im sog. Bandscheibengelenk und der Bandscheibe statt. Junghans hat 1959 als erster vom Bewegungssegment als funktioneller Einheit der Wirbelsäule gesprochen, weshalb es auch als Bewegungssegment nach Junghans (Abb. 2.3) bezeichnet wird.

Nach Junghans umfasst ein Bewegungssegment zwei halbe Wirbelkörper und alle Strukturen, die sich dazwischen befinden: zwei Facettengelenke, ihre intraartikulären Strukturen, die Meniskoiden, das Bandscheibengelenk, die Bänder, Muskeln, Nerven und Gefäße.

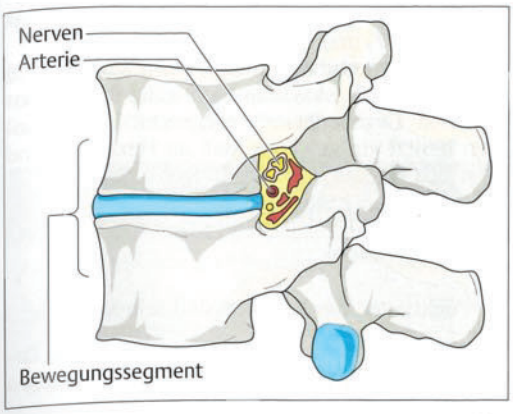


Abb. 2.3 Aufbau eines Bewegungssegments: zwei benachbarte Wirbelkörper und die eingeschlossene Bandscheibe, Nerven und Arterie.

Zusammenfassung: Peripheres Gelenk und Wirbelsäulensegment

Das periphere Gelenk besteht aus

- zwei oder mehreren artikulierenden Knochen, die mit einer knorpeligen Schutzschicht überzogen und durch einen Gelenkspalt voneinander getrennt sind,
- Kapsel und Ligamenten,
- eventuell intraartikulären Strukturen wie Disken oder Menisken,
- Muskeln,
- Nerven und Gefäßen.

Das Wirbelsäulensegment besteht aus

- zwei Facettengelenken,
- ihren intraartikulären Strukturen, den Meniskoiden,
- dem Bandscheibengelenk,
- Bändern,
- Muskeln,
- Nerven und Gefäßen.

In einem Bewegungssegment finden immer gleichzeitig Bewegungen in zwei Facettengelenken und im Bandscheibengelenk statt.

2.1 Knochen

Knochen besteht zu 60% aus Kalziumsalzen, zu 30% aus kollagenen Fasern sowie zu 10% aus Wasser, Zellen und Gefäßen. Knochen sind durch den hohen Mineraliengehalt eine der härtesten Strukturen unseres Körpers. Da die Mineralisierung Diffusionsprozesse unmöglich macht, muss der Austausch von Nährstoffen und Abfallprodukten über das Gefäßsystem stattfinden, das deshalb überall im Knochengewebe zu finden ist.

Knochen sind ebenfalls eine Form von Bindegewebe, obwohl wahrscheinlich viele Menschen dies nicht erwarten würden. Die Besonderheit des Knochens, im Gegensatz zu anderen Bindegewebsformen, liegt darin, dass die Matrix an Mineralien, hier vor allem an Kalzium, bindet und nicht – wie normalerweise in unserem Körper – an Wasser. Während die Bindung der Matrix an Wasser für eine stabile, aber auch elastische Struktur sorgt, ist die Bindung an Mineralien für die typische harte und unelastische Struktur des Knochens verantwortlich. Allerdings sind Knochen nicht so unelastisch, wie man zunächst annehmen könnte, was in diesem Kapitel noch näher ausgeführt wird.

2.1.1 Äußere Erscheinung

Knochen sind normalerweise weiß bis gelblichweiß. Ihre Farbe kann sich während des Alterungsprozesses zu mehr gelb-braun verändern. Auch die meisten anderen Bindegewebsarten unseres Körpers verändern ihre Farbe im Laufe der Zeit. Die Form der Knochen ist sehr unterschiedlich und variiert von *lang* und *rund*, wie z. B. die *Röhrenknochen* (Femur, Abb. 2.**4**; Humerus), zu *kurz* und *kastenförmig*, wie z. B. die Wirbelkörper (Abb. 2.**5**) und die Hand- und Fußwurzelknochen (Abb. 2.**6**), bis



Abb. 2.4 Röhrenknochen: Femur.