Bewegungsapparat

Quelle: http://www.sportunterricht.de

# Knochen – Gelenke

Das Skelettsystem wird auch als passiver Bewegungsapparat bezeichnet.

## Knochen

Knochen sind aus organischen Substanzen und anorganischen Salzen aufgebaut. Dazu kommt noch ein Anteil von ca. 20 Prozent Wasser. Mit zunehmendem Alter wird der Knochen durch Abnahme der organischen Substanzen poröser. Zum Aufbau von Knochensubstanz ist ein ständiger Wechsel von Belastung (Druck- und Zugbelastung) und Entlastung erforderlich. Hier wird die Wichtigkeit von wohldosiertem Training deutlich. Neben der Stütz- und Haltefunktion für die Weichteile schützen die Knochen auch sensible innere Organe wie das Gehirn und das Rückenmark. Ferner stellen sie feste Hebel dar, die den meisten Muskeln als Befestigungspunkte dienen.

## Gelenke

Gelenke sind die beweglichen Verbindungen, die es den Knochen ermöglichen, sich gegeneinander zu bewegen. Der Bewegungsumfang ist nicht nur von ihrer Form abhängig, sondern auch von den umgebenden Strukturen (Muskulatur, Bänder, Kapsel). Man unterscheidet ein-, zwei- und dreiachsige Gelenke.

Gemeint ist hiermit die Bewegungsmöglichkeit um eine oder mehrere Achsen. Beispiele: Zu den einachsigen Gelenken zählt das Ellenbogengelenk, dass eine Beuge- und Streckbewegung erlaubt. Das Schultergelenk ermöglicht als dreiachsiges Gelenk eine Rotationsbewegung.

## Gelenkknorpel

Der Gelenkknorpel überzieht die Knochenenden und kann sowohl Unebenheiten der Gelenkflächen ausgleichen als auch Stösse auf Grund seiner Verformbarkeit auffangen. Ein ständiger Wechsel von Belastung und Entlastung sorgt für die gleichmässige Ernährung und die Erhaltung des Gelenkknorpels.

### So funktioniert das Kniegelenk

#### 1a/1b – Bänder

Die seitlich am Gelenk verlaufenden Bänder (Innen- und Aussenband, 1a) sichern bei jeder Bewegung den Kontakt der Gelenkflächen (von Oberschenkel- und Unterschenkelknochen).

Die beiden Kreuzbänder (1b) wiederum verhindern eine Streckung des Gelenks über die gerade Stellung hinaus und stabilisieren es bei Rotationsbewegungen.

#### 2 – Muskeln und Sehnen

Sie sind Voraussetzung für die aktive Bewegung des Knies. Die Muskeln enden in Sehnen und sind über sie mit den Knochen verbunden. Bei Anspannung verkürzen sich die Muskeln, die Knochen werden in Richtung der Anspannung bewegt. Gleichzeitig sichert der Muskelzug das Gelenk in seiner Position.

#### 3 – Kniescheibe (Patella)

Sie ist der knöcherne Bestandteil der Patellasehne, die den grossen Oberschenkelmuskel (Quadrizeps) mit dem Schienbein verbindet. Bei jeder Bewegung "gleitet" sie über das Gelenk. Fehlte sie, würde sich die Sehne des Oberschenkels wie ein Wollfaden an einer Tischkante allmählich durchscheuern.

#### 4 – Menisken

Ober- und Unterschenkelknochen haben nur an wenigen Punkten Kontakt. Die zwei halbmondförmigen Puffer aus Knorpel-Faser-Geflecht, der Innen- und der Aussenmeniskus, gleichen das aus und verteilen so den Druck auf eine grössere Fläche.

# Bänder

Gelenke sind durch Bänder gesichert.

|  |  |
| --- | --- |
| Beispiel Kniegelenk | Abbildung : Kniegelenk von vorne |

Bänder sind bindegewebige Verbindungen von Knochen zu Knochen, die helfen, das Gelenk zu stabilisieren.

Sie sind im Allgemeinen nur wenig elastisch, das heisst, sie leiern aus oder reissen ganz, wenn sie überdehnt werden.

# Sehnen

Die Abbildung verdeutlicht das Zusammenwirken von Muskel- und Sehnenapparat. Bei einer Kontraktion überträgt sich die auf diese Weise entwickelte Kraft über die Sehnen auf die Knochen.

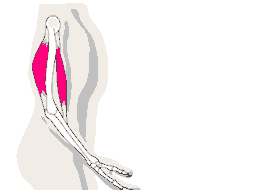


Abbildung : Muskeln, Sehnen und Bänder

(Oben: Ursprungssehne – Unten: Sehnenansatz) . Sehnen haben die Aufgabe, die Kraft der Muskulatur auf das Skelett zu übertragen. Sehnen sind Verbindungsgewebe zwischen Muskeln und Knochen.

Der Muskel setzt sich im einfachsten Fall aus dem Muskelbauch, der Ursprungssehne und der Ansatzsehne zusammen. Die Sehnen besitzen eine hohe Zugfestigkeit.

Die Sehnen stellen die Verbindungen zwischen dem Muskelbauch und den Knochen dar und übertragen die Kraft auf das Skelettsystem. Sie bestehen aus kollagenen Bindegewebsfasern, die im unbelasteten Zustand leicht wellig verlaufen und so eine Dämpfung der Kraftübertragung auf den Knochen ermöglichen.

Im Bereich der Ursprungssehne ziehen die Sehnenfasern gebündelt zwischen den Muskelfasern und befestigen sich einzeln an den Muskelfaserhüllen.

Im Bereich der Ansatzsehne strahlen die Sehnenfasern gebündelt und sich teilweise überkreuzend in den Knochen ein. Dabei wird zunächst eine vorgelagerte Knorpelzone durchlaufen. Dadurch wird es möglich, die vom Muskel entwickelte Kraft gedämpft auf den Knochen zu übertragen.

Die Sehnenscheiden sind flüssigkeitsgefüllte Gleitröhren.

Sie sind dort angebracht, wo Sehnen abgewinkelt über Knochenvorsprünge verlaufen. Auf diese Weise wird bei Bewegungen die Reibung der Sehnen mit dem umgebenden Gewebe vermindert.

# Muskulatur

## Muskelaufbau – Feinstruktur des Muskels

Alle unsere Bewegungen gründen auf Muskeln bzw. auf das Zusammenspiel von Nervensystem und Muskulatur. Egal, ob wir nur einen Mausklick oder einen 100 m-Lauf machen.

Die ca. 600 Skelettmuskeln unseres Körpers machen etwa 45 Prozent unseres Körpergewichts aus.

Muskeln ziehen sich auf Befehl zusammen und entspannen dann wieder.

Jeder Muskel beziehungsweise jede Muskelgruppe hat - "festgeschweisst" durch Sehnen - zwei oder mehrere Ansatzpunkte an den zu bewegenden Knochen. Wenn wir zum Beispiel den Unterarm anwinkeln, zieht sich unser grosser Bizepsmuskel zusammen. An seinen Enden läuft er in Sehnen aus, die auf der einen Seite am Schulter-, auf der anderen Seite am Unterarmknochen ansetzen. Kontrahiert sich der Muskel, so bewegen sich diese Ansatzpunkte aufeinander zu:

Das dazwischen liegende Gelenk wird gebeugt. Gleichzeitig muss der entgegengesetzt arbeitende Streckmuskel - der Trizeps - entspannt werden. (Agonist – Antagonist)

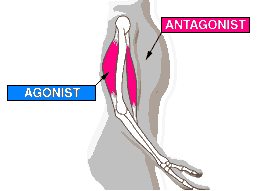


Abbildung : Agonist und Antanonist

Was wir von aussen sehen, besteht aus einer Vielzahl von Untereinheiten. Der Muskel setzt sich zunächst aus einer grossen Anzahl von Faserbündeln zusammen.

Legt man sie unter ein Mikroskop, so erkennt man, dass die Faserbündel aus weiteren Untereinheiten bestehen – den eigentlichen Muskelzellen.

|  |  |
| --- | --- |
| Abbildung : Muskelfasern | Die Muskelfasern bestehen aus einer Vielzahl sogenannter (Myo-)Fibrillen. |

Das Geheimnis der Muskelbewegung steckt vor allem in diesen Myofibrillen. Sie bestehen aus winzigen aneinander gereihten Kammern, den Sarkomeren.

Wenn sich der Muskel kontrahiert, agieren darin hauptsächlich zwei Sorten fadenförmiger Proteine, Myosin und Aktin. Bei ihnen handelt es sich um lange, dünne Fäden, die aus zwei verschiedenen Eiweissen bestehen - Aktin und Myosin. Das Aktin bildet in regelmässigen Abständen feste Anheftungsscheiben, von denen dünne Fäden ausgehen. Zwischen diesen Fäden liegen die Myosinmoleküle. Ihre Enden überlappen sich mit den Enden der Aktinfäden.

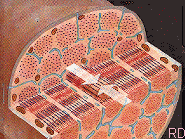


Abbildung : Kontraktion

Was passiert nun, wenn die Nerven den Befehl zur Muskelkontraktion geben?

Im Bindegewebe verlaufen die für die Versorgung des Muskels zuständigen Nerven und Blutgefässe. Die Nerven kontrollieren die Bewegungen; indem sie die Befehle von Gehirn und Rückenmark an die Muskulatur weiterleiten. Die Muskelzellen (meist mehrere) stehen in Kontakt mit einer Nervenendigung (Synapse) und reagieren auf ihr elektrochemisches Signal mit dem Zusammenziehen. Wenn wir komplizierte Bewegungsabläufe ausführen, muss auf diese Weise die Arbeit von vielen Millionen Muskelzellen koordiniert werden.

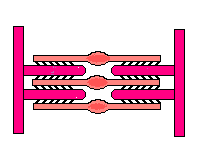


Abbildung : Sarkomer

Die Myosinmoleküle greifen wie kleine Widerhaken in die Aktinfäden und ziehen sie aufeinander zu. Dadurch schieben sich die beiden Eiweisse ineinander wie Teile einer Teleskopantenne. Effekt: Die Muskelfaser verkürzt sich und wird dicker. Die Verdickung der einzelnen Fasern summiert sich.

Doch natürlich benötigen die Muskelfasern auch "Treibstoff" – denn Bewegung kostet bekanntlich Energie. Für den Energienachschub sind die Blutgefässe zuständig. Der Treibstoff besteht aus Kohlenhydraten, Fetten und Eiweissen. Zahllose kleine Äderchen (Kapillaren) durchziehen die Bindegewebshüllen der Muskelfasern, umspinnen sie mit einem dichten Versorgungsnetz. Aneinandergereiht würden die winzigen Blutgefässe der menschlichen Muskulatur mehr als zweimal um die Erde reichen.

Die vom Blut gelieferten Nährstoffe enthalten zwar Energie, aber diese Energie ist chemisch gebunden und steht den Zellen nicht direkt zur Verfügung. Ebenso wie das Benzin in einem Motor müssen auch die Nährstoffe zuerst verbrannt werden, um Bewegung zu erzeugen. Das geschieht in speziellen Zellorganen (Mitochondrien), die in jeder Muskelzelle vorhanden sind. Wegen ihrer Funktion als Energieversorger werden die Mitochondrien auch als "Kraftwerke" der Zellen bezeichnet.

## Zusammenspiel von Agonisten und Antagonisten

Der Muskel kann sich durch Kontraktion beugen oder strecken. Für die Gegenbewegung ist ein weiterer Muskel notwendig. Verkürzt sich der Beugemuskel, wird der erschlaffte Streckmuskel gedehnt (und umgekehrt).

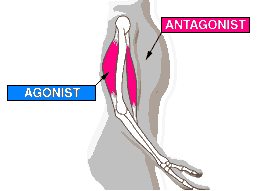


Abbildung : Zusammenwirken

Bei allen Bewegungen arbeiten verschiedene Muskeln zusammen.

Wenn z. B. der Bizeps den Unterarm im Ellbogengelenk beugt, muss der Trizeps – wie die Abbildung zeigt – gedehnt werden.

Streckt der Trizeps den Arm, muss der Bizeps gedehnt werden. Ein solches Muskelpaar, das an einem Gelenk gegensätzliche Arbeit leistet, bezeichnet man als Antagonisten.

Wenn sich der Arm beugt, wirkt der Strecker (Trizeps) als Antagonist.

Die jeweils tätigen Antagonisten leisten durch ihr abgestimmtes Bremsen und Dehnen die Feinabstimmung der Kraftbildung der Synergisten.

Als Synergisten werden jene Muskeln bezeichnet, die bei der Ausübung der Bewegung zusammenwirken (Muskeln, die gemeinsam in die gleiche Richtung Kraft bilden).

# Nervensystem

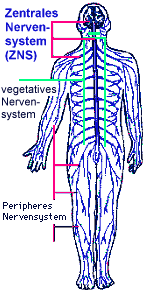


Abbildung : ZNS

Das Nervensystem ermöglicht es, die Umwelt zu erkennen und die Organfunktionen an die wechselnden Umgebungsbedingungen anzupassen.



Abbildung : Gehirn

Damit hat es auch im Sport eine entscheidende Bedeutung für das Verständnis von Steuerung- und Regelungsprozessen der Bewegung sowie für Anpassungsprozesse durch Training.

Das Nervensystem des Menschen wird untergliedert in einen zentralen und einen peripheren Teil. Beide zusammen regeln unsere Beziehung zur Innen- und Aussenwelt.

Die Aufgabe des zentralen Nervensystems (Gehirn, Rückenmark) ist einer Schaltzentrale vergleichbar. Aus Sinnesorganen kommende Informationen werden aufgenommen, verarbeitet und ggf. in Bewegung umgesetzt.

Das vegetative Nervensystem ist für die Tätigkeit der inneren Organe zuständig.

## Vegetatatives (autonomes) Nervensystem

Das vegetative Nervensystem steuert Aktivitäten der inneren Organe.

Das vegetative Nervensystem besteht aus grossen Faserkomplexen, welche die inneren Organe, z. B. Atmung und Verdauung, Herz, Blutgefässsystem und Drüsen innervieren.

Es besteht aus zwei Teilen: Der sympathische Teil regelt die körperlichen Aktivitäten bei Anstrengung oder Stress, der parasympathische Teil stellt den Körper auf Nahrungsaufnahme und Ruhe ein.

Parasympathikus Sympathikus

🡪 beruhigend 🡪 anregend

Durch regelmässige sportliche Aktivitäten, vor allem durch Ausdauertraining kann eine zunehmende Verlagerung auf den Parasympathikus erreicht werden (Umschaltung auf allgemeine Erholung, allgemeine Stoffwechselökonomisierung, innere Ruhe, Ausgeglichenheit).

Die vom Sympathikus stimulierten Organsysteme erhöhen ihre Leistungskapazität.

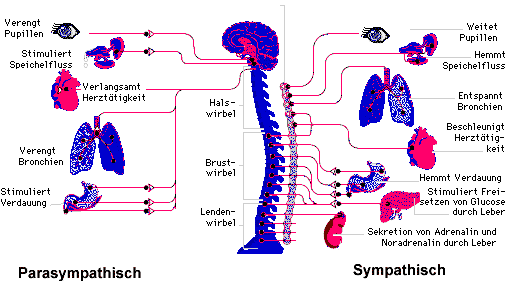


Abbildung : Sympahtikus und Parasympathikus