

## **I. Einleitung:**

Bei dieser Seminararbeit handelt es sich um eine Sammlung von Ausarbeitungen zu sechs Kurzreferaten und einem Protokoll, die im Rahmen des Seminars „Funktionelle Anatomie“ vorgetragen wurden. In dem Seminar wurden verschiedene sportmedizinische Themen im Hinblick auf Bau, Funktionsmechanismen, Trainingsveränderungen, sowie Verletzungen und deren Therapie in Kleingruppen behandelt. In jeder Gruppe gab es vier Leute, die das jeweilige Thema auf einen der bereits geschilderten Aspekte hin untersuchten und referierten. Desweiteren wurde einer aus der Gruppe auserkoren die Ergebnisse zu protokollieren und später im Plenum vorzutragen. Die Ausführungen sollten sich hauptsächlich auf den Bereich Sport konzentrieren und durch geeignetes Anschauungsmaterial verdeutlicht werden.

Das Ziel des Seminar stellt nicht nur der Erwerb von Wissen über die ausgewählten Systeme dar, sondern auch das Erfassen ihrer Bedeutung für den Einzelnen und deren Anwendung auf das Training und speziell den Schulsport. Nach Beendigung dieses Seminar sollte jeder Einzelne befähigt sein, nicht nur den Aufbau des Körpers zu kennen, sondern auch die Funktion und Veränderung durch sportliches Training der einzelnen Teile zu ergreifen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Kenntnis über mögliche Verletzungen und Schäden, um bei Bedarf richtig reagieren zu können oder im Vorfeld schon prophylaktisch tätig zu werden.

## II.: 3. Sitzung: Die Beine im Sport

### **Bau eines Beines: Knochen, Muskeln, Sehnen, Bänder, Gelenke**

Das Bein besteht aus dem Oberschenkel mit Oberschenkelbein, dem Unterschenkel mit Schien- und Wadenbein und dem Fuß (wurde in der vorigen Sitzung extra behandelt).

Das Oberschenkelbein (Femur) ist der größte und kräftigste Röhrenknochen des ganzen Skeletts. Er liegt mit seinem oberen, kugelförmigen Ende, dem Oberschenkelkopf (Caput femoris), in der Hüftgelenkpfanne und bildet einen Teil des Hüftgelenkes. Zwischen Oberschenkelkopf und dem Oberschenkelbeinschaft (Corpus femoris) liegt der schräg verlaufende Oberschenkelhals (Collum femoris). Am Übergang vom Oberschenkelhals zum Oberschenkelhals liegen zwei markante Knochenvorsprünge, an denen Muskeln und Bänder ansetzen, der große und der kleine Rollhügel (Trochanter major und minor). Am unteren Ende des Oberschenkelchaftes tritt eine Verbreiterung auf, dem äußeren Oberschenkelknorren

(Epicondylus lateralis) und dem inneren Oberschenkelknorren (Epicondylus medialis), die durch eine Einbuchtung voneinander getrennt sind. Diese Oberschenkelknorren (Femurkondylen) bilden als Gelenkrollen die Aufsatzfläche des Oberschenkelbeins auf dem Schienbein im Kniegelenk.

Das Kniegelenk als größtes Gelenk des Körpers, verbindet den Oberschenkelknochen mit dem Schienbein, wobei das Wadenbein nicht an der Kniegelenkbildung beteiligt ist.

Bei dem Kniegelenk handelt es sich um ein Dreh- und Schaniergelenk das Beugung und Streckung um eine quer durch die Femurkondylen verlaufende Achse ermöglicht, sowie Innen- und Außendrehung um eine Längsachse bei gebeugtem Knie zuläßt.

Um das Mißverhältnis der Gelenkflächen auszugleichen und die Bewegungen im Kniegelenk zu sichern sind zwei faserknorpelige, halbmondförmige Gelenkzwischen Scheiben eingeschoben, der Meniskus medialis und lateralis. Die Menisken sind mit ihrem erhöhten Außenrand an der Gelenkkapsel angewachsen, und sind mit dem inneren Seitenband und der Membran der Gelenkkapsel verbunden. Sie gleiten bei Beugung nach hinten und bei Streckung rutschen sie nach vorne.

Die Gelenkkapsel wird an der Außenseite durch die die inneren und äußeren Seitenbänder verstärkt, die sich als kräftige Bandzüge rechts und links vom Oberschenkel zum Schien- und Wadenbein ziehen, und das vorne gelegene Kniescheibenband (Ligamentum patellae) verstärken. Bei dem Kniescheibenband handelt es sich um eine sehnige Verlängerung einer Muskelgruppe an der Oberschenkevorderseite, dem M. quadriceps femoris, das die Kniescheibe (Patella) enthält.

Im Gelenkinneren hemmen die Kreuzbänder die Beugung, Streckung und Innenrotation. Die Kreuzbänder sind zwei sich überkreuzende Bänder, wobei man ein vorderes (Lig. Cruratum anterior) und ein hinteres (Lig. Cruratum posterior) Kreuzband unterscheidet.

Der Unterschenkel besteht aus zwei Röhrenknochen, dem Wadenbein (Fibula) als Hauptansatzpunkt für Muskeln, und dem Schienbein (Tibia), das als Trageknochen mit dem Oberschenkel das Kniegelenk bildet. Das Schienbein hat eine dreikantigen Schaft, und ist zum Schienbeinkopf hin verbreitert. An dieser Stelle unterscheidet man einen inneren und einen äußeren Gelenkknorren (Tibiakondylen). Zusammen mit den Gelenkflächen des Oberschenkelbeins bildet der Schienbeinkopf die Gelenkflächen des Kniegelenks. Das innere untere Schienbeinende bildet den Innenknöchel (Malleolus medialis), während das untere, verdickte Ende des Wadenbeins den Außenknöchel (Malleolus lateralis) bildet. Diese Knöchel

sind ein Teil der Knöchelgabel (Malleolengabel), die mit ihren seitlichen Stützen einen wesentlichen Teil des oberen Sprunggelenks darstellen. Das obere Ende des Wadenbeins ist ebenfalls verdickt, und stemmt sich mit dem Wadenbeinkopf (Caput fibulae) gegen die Unterfläche des äußeren Schienbeinknaufs.

Die Muskulatur der unteren Extremität wird in Becken- und Hüftmuskeln, Oberschenkel-, Unterschenkel- und Fußmuskeln unterteilt.

### **Muskeln, die auf das Hüftgelenk wirken:**

Musculus	Muskel	Ursprung	Ansatz	Funktion
M. psoas major	Großer Lendenmuskel	12. Brust, 1.-4. Lendenwirbelkörper	Kleiner Rollhügel	Flexion, Rotation im Hüftgelenk
M. iliacus	Darmbeinmuskel	Innenfläche der Darmbeinschaukel	Kleiner Rollhügel	Flexion, Rotation im Hüftgelenk
M. gluteus maximus	Großer Gesäßmuskel	Außenseite des Darmbeins, Kreuz-, Steißbein	Unter großem Rollhügel, Rückseite des Oberschenkelbeins	Extension, Außenrotation, Abduktion des Oberschenkels
M. gluteus medius	Mittlerer Gesäßmuskel	Außenseite der Darmbeinschaukel	Großer Rollhügel	Abduktion des Oberschenkels
M. gluteus minimus	Kleiner Gesäßmuskel	Außenseite Darmbeinschaukel	Großer Rollhügel	Abduktion des Oberschenkels
M. piriformis	Birnenförmiger Muskel	Beckenseite des Kreuzbeins	Spitze des großen Rollhügels	Außenrotation, Abduktion
M. obturatorius internus	Innerer Hüftlochmuskel	Innenfläche des Hüftbeins	Innenfläche des großen Rollhügels	Außenrotation
M. gemellus superior	Oberer Zwillingmuskel	Hüftbeinstachel	Innenfläche des großen Rollhügels	Außenrotation, Abduktion
M. gemellus inferior	Unterer	Sitzbeinhöcker	Innenfläche des	Außenrotation, Adduktion

	Zwillingsmuskel		großen Rollhügels	
M. quadratus femoris	vierseitiger Schenkelmuskel	Sitzbeinhöcker	Knochenkamm zwischen Rollhügeln	Außenrotation, Adduktion
M. obturatorius externus	Äußerer Hüftlochmuskel	Rand des Hüftlochs	Innenfläche des großen Rollhügels	Außenrotation, Adduktion
M. pectineus	Kammuskel	Schambeinkamm	Innenseite Oberschenkelbein	Adduktion, Beugung, Außenrotation im Hüftgelenk
M. adductor longus	Langer Schenkelanzieher	zwischen Schambeinfuge und -höcker	Innerer Rand der rauhen Linie	Adduktion, Außenrotation, Flexion des Oberschenkels
M. adductor brevis	Kurzer Schenkelanzieher	unterer Ast des Schambeins	Innerer Rand der rauhen Linie	Adduktion, Außenrotation, Flexion des Oberschenkels
M. adductor magnus	Großer Schenkelanzieher	Sitzbeinhöcker, Ast des Sitzbeins	Innerer Rand der rauhen Linie	Adduktion, Extension, Außenrotation, Innenrotation des Oberschenkels
M. gracilis	Schlankmuskel	Unterer Ast des Schambeins	Schienbeinhöcker	Adduktion im Hüftgelenk, Flexion, Innenrotation im Kniegelenk
M. tensor fasciae latae	Spanner der Oberschenkelbinde	Vorderer oberer Darmbeinstachel	Seitlicher Schienbeinhöcker	Flexion, Abduktion im Oberschenkel

### Muskeln, die auf das Kniegelenk wirken:

Musculus	Muskel	Ursprung	Ansatz	Funktion
M. rectus femoris	Gerader Schenkelmuskel	Vorderer oberer Darmbeinstachel	Als Teil der Endsehne am Schienbeinhöcker	Extension des Kniegelenks, Flexion im Hüftgelenk
M. vastus medialis	Innerer Schenkelmuskel	Innerer Rand der rauhen Linie	„	Extension des Kniegelenks
M. vastus lateralis	Äußerer Schenkelmuskel	Äußerer Rand der rauhen Linie	„	Extension des Kniegelenks
M. vastus intermedius	Mittlerer Schenkelmuskel	Vordere seitliche Fläche des Oberschenkelbeins	„	Extension des Kniegelenks

M. satorius	Schneidermuskel	Vorderer oberer Darmbeinstachel	Schienbein	Flexion, Abduktion im Hüftgelenk, Innenrotation im Knie
M. biceps femoris	Zweiköpfiger Schenkelmuskel	Sitzbeinhöcker Äußerer Rand der rauhen Linie	Wadenbeinkopf	Beugung, Außenrotation
M. semitendinosus	Halbsehnenmuskel	Sitzbeinhöcker	Neben Schienbeinhöcker	Extension im Hüftgelenk, Flexion, Innenrotation im Kniegelenk
M. semimembranosus	Plattsehnenmuskel	Sitzbeinhöcker	Innerer Gelenkknorren des Schienbeins	Extension im Hüftgelenk, Flexion, Innenrotation in Kniegelenk
M. popliteus	Kniekehlenmuskel	Äußerer Gelenkknorren des Schienbeins	Kniekehlenfläche des Schienbeins	Innenrotation, Beugung
M. gracilis	Schlankmuskel	siehe Hüftmuskeln	siehe Hüftmuskeln	Siehe Hüftmuskeln
M. gastrocnemius	Zwillingswadenmuskel	”	”	”
M. gluteus maximus	Großer Gesäßmuskel	”	”	”
M. tensor fasciae latae	Spanner der Oberschenkelbinde	”	”	”

### Muskeln, die auf die Fußgelenke wirken:

Musculus	Muskeln	Ursprung	Ansatz	Funktion
M. tibialis anterior	Vorderer Schienbeinmuskel	Äußere Gelenkknorren	Inneres Keilbein, 1. Mittelfußknochen	Dorsalflexion, Supination, Pronation
M. extensor digitorum longus	Langer Zehenstrecker	Äußere Gelenkknorren	Dorsalaponeurose der 2. – 5. Zehe	Dorsalextension, Pronation in Sprunggelenken Extension der 2.-5. Zehe
M. gastrocnemius	Zwillingswadenmuskel	Oberhalb der Gelenkknorren des Oberschenkelbeins	Fersenhöcker	Plantarflexion, Supination in Sprunggelenken

M. soleus	Schollenmuskel	Hintere Fläche des Wadenbeins, Schienbeinrückseite	Fersenhöcker	Plantarflexion und Supination in Sprunggelenken
M. plantaris	Sohlenspanner	Über Gelenkknorren des Oberschenkelbeins	Fersenhöcker	
M. tibialis posterior	Hinterer Schienbeinmuskel	Hinterfläche der Zwischenknochenmembran	Kahnbein, Keilbein I+II	Plantarflexion, Supination
M. flexor digitorum longus	Langer Zehenbeuger	Hintere Fläche des Schienbeins	Endglieder der 2. – 5. Zehe	Plantarflexion, Supination in Sprunggelenken
M. peroneus longus	Langer Wadenbeinmuskel	Äußere Gelenkknorren des Schienbeins	1. Mittelfußknochen, Keilbein I	Pronation, Plantarflexion,
M. peroneus brevis	Kurzer Wadenbeinmuskel	Äußere und hintere Fläche des Wadenbeins	5. Mittelfußknochen	Pronation, Plantarflexion

### III: 4. Sitzung: Die Wirbelsäule im Sport

## **Verletzungen/Therapie: Gelenke, Muskeln, Knochen, Knorpel**

### **1. Wirbelsäulenfrakturen:**

Frakturen der Wirbelkörper, -bögen, -gelenke, sowie der Dorn- und Querfortsätze entstehen hauptsächlich durch übermäßige Beugung (Hyperflexion), Streckung (Hyperextension), Drehung (Hyperrotation) und Stauchung (axiale Kompression).

Die besondere Problematik bei Wirbelsäulenfrakturen ergibt sich aus der Fraktur selber, und einer möglichen neuralen Schädigung, d.h. durch eine Verletzung der Wirbelsäule können

sowohl das Rückenmark, als auch die letzten Nerven im Bereich der Lendenwirbelsäule betroffen sein. Diese Nervenschädigungen können von einer schmerzhaften Nervenreizung, bis hin zur Querschnittslähmung reichen.

Diese Querschnittssyndrome treten nicht immer sofort auf, wie z.B. bei Quetschungen der Nerven, sondern entwickeln sich aufgrund von zunehmenden Einblutungen in den Wirbelkanal oder zunehmende Instabilität.

Instabilität der Wirbelsäule liegt dann vor, wenn die geschädigten Strukturen des Bewegungssegments (z.B. hinteres Längsband, Wirbelbogen) nicht mehr in der Lage sind die Wirbelsäule zu stabilisieren, und die Nervenstrukturen zu schützen. Daher ist bei instabilen Frakturen eine operative Versorgung notwendig, während bei stabilen Frakturen eine konservative Behandlung ausreicht.

#### *Untersuchungsbefund:*

Während bei Quer-/Dornfortsatzfrakturen und Wirbelkompressionsfrakturen ein ausgeprägter lokaler Druckschmerz, sowie eine Schonhaltung mit Muskelhartspann und dadurch bedingter Funktionseinschränkung der Wirbelsäule vorliegt, führen instabile Frakturen zum Verlust der Gehfähigkeit und oft auch zu Taubheitsgefühl und Lähmung.

#### *Sofortmaßnahmen:*

Lagerung auf Vakuummatratze

Fixieren der patienteneigenen Schonhaltung

wenn erforderlich nur Schmerzmittel ohne ermüdende Wirkung verabreichen

vorsichtiger Transport

#### *1.1 Quer- und Dornfortsatzfrakturen:*

1. Woche: Bettruhe, Schmerzstillende und abschwellende Medikamente, Wärmezufuhr

2.- 3. Woche: Mobilisation der Rückenlage, detonisierende Elektrotherapie, Wärmezufuhr



4.- 6. Woche: ggf. Therapieweiterführung

### *1.2 Wirbelfrakturen:*

1. Woche: Bettruhe, abschwellende und schmerzstillende Medikamente, Wärme, nach 3 Tagen krankengymnastische Stabilisierungsbehandlung

2.- 6. Woche: tägliche Krankengymnastik, Mobilisation im Wasser mit Gangschulung, ggf. Korsettbehandlung

## **2. Wirbelgleiten (Spondylolisthesis):**

Im Bereich des Wirbelbogens kommt es zu einer unphysiologischen Spaltbildung (Spondylolyse) als Folge von Entwicklungsstörungen oder Ermüdungsbrüchen, so daß insbesondere bei beidseitiger Ausprägung der betroffene Wirbel nicht genügend Halt am darunterliegenden Wirbelkörper findet, und die gesamte Wirbelsäule oberhalb der geschädigten Region nach vorne gleitet. In diesem Fall spricht man vom Wirbelgleiten.

Diese Erkrankung kann einerseits angeboren sein, oder andererseits als Folge von zu großer Dreh-, Stauch- und Biegebeanspruchung entstehen. Wobei vor allem Turner, Speerwerfer und Gewichtheber betroffen sind.

### *Untersuchungsbefund:*

tiefer Kreuzschmerz nach Belastung

ggf. ischialgiforme Symptomatik mit Ausstrahlschmerz in die Beine und/oder Taubheitsgefühl tastbare Stufe in Höhe der betroffenen Region

Druck- und Verschiebeschmerz

### *Therapie:*

Konservative Behandlung:

Milde Druckstrahlbehandlung, Schmerzmittel, Neuraltherapie, Stangerbad (absteigend) für 2-3 Wochen

*Operative Therapie:*

Ruhigstellung des instabilen Wirbelsegments durch Knochenspaneinlagerung und Metallimplantat, wobei allerdings die Bandscheibe entfernt werden muß.

Nachbehandlung:

Bettruhe (max. 12 Wochen), Ruhigstellung durch Gips, stabilisierende isometrische krankengymnastische Übungsbehandlung, nach 2 Monaten Mobilisation im Gips-, bzw. Kunststoffkorsett.

**3. Stellungsanomalien und Haltungsfehler:**

Haltungsanomalien können angeboren oder erworben sein und mittel- oder unmittelbar Beschwerden hervorrufen.

*3.1 Wirbelsäulenverkrümmungen (Skoliosen):*

Unter Skoliosen versteht man seitliche Abweichungen der Wirbelsäule von der Normalform, die zu 90% im Wachstum entstehen, wobei die Ursache meist unbekannt ist. Neben dieser Seitverbiegung erfolgt zudem auch eine Verdrehung (Torsion) oder Rotation der einzelnen Wirbelkörper (z.B. Morbus Scheuermann).

Ursachen hierfür sind:

Idiopathisch (unbekannt)

Knöcherner Wirbelsäulenveränderungen

Muskuläres Ungleichgewicht

Symptomatische Skoliosen (Frakturen, Beckenschiefstand, Entzündungen)

Fehlhaltungen (z.B. Beckenschiefstand)

*Therapie:*

Bevor man mit der Therapie beginnt sollte man zuerst den Grad der Krümmung bestimmen,

um die Maßnahmen darauf abzustimmen, denn während bei Skoliosen bis zu 20° keine wesentlichen sportlichen Einschränkungen bestehen, sollte man bei schweren Skoliosen auf exzessiven Leistungssport verzichten, und Sportdisziplinen auswählen, die eine günstige Beeinflussung der Skoliose ermöglichen.

Als grobe Orientierung für die Therapie gilt:

Bis 20°: krankengymnastische Übungsbehandlung

20- 30°: Elektrostimulationsbehandlung

20- 40°: KG- und Korsettversorgung

> 40°: operative Aufrichtung und Stabilisierung

#### **4. Bandscheibenvorfall (Nukleusprolaps):**

Ein Bandscheibenvorfall entsteht meist durch häufige asymmetrische und hohe Belastungen der Bandscheibe, durch die Einrisse im Faserknorpel entstehen können, so daß bei erneuter hoher Belastung Teile des Gallertkerns in die Rißstelle eindringen und sich als Vorfall (Prolaps) des Bandscheibengewebes verwölben. Tritt das Bandscheibengewebe in den Wirbelkanal, so führt dies zur Kompression einzelner Nerven, und verursacht starke Schmerzen. Allerdings ist der Bandscheibenvorfall meist das Resultat eines Alterungsprozeß an der Bandscheibe, der schon im zweiten Lebensjahrzehnt mit der Verschlechterung der Gefäßversorgung, aufgrund des erhöhten Drucks auf die Bandscheiben durch den aufrechten Gang, beginnt.

Diese Alterungsvorgänge führen zu Spalten im Faserring und zu einer Hohlraumbildung im Gallertkern durch Flüssigkeitsverlust. Dies bewirkt eine Verringerung der Bandscheibenhöhe und eine damit verbundene höhere Druckbelastung des Wirbelgelenks. Der Wirbelkörper reagiert darauf mit vermehrtem Knochenanbau (Osteochondrose). Weiterhin lockert sich der Bandapparat durch die Höhenverminderung, so daß es zu einer Instabilität führt, so daß dies im Falle einer hohen Belastung zu einem Bandscheibenvorfall führt.

Die Therapie ist abhängig von der Schwere der Verletzung und der betroffenen Region. Die Behandlung reicht daher über Bettruhe, Wärmebehandlung, Massagen, Extension im Schlingentuch, Neuraltherapie bis hin zu einer operativen Behandlung.

#### IV. 6.Sitzung: Die Arme im Sport

### **Verletzungen/Therapie: Gelenke, Muskeln, Knochen, Knorpel**

Der Arm des Menschen läßt sich in Oberarm, Unterarm (Elle, Speiche) und Hand unterteilen, die durch Gelenke (Ellenbogen-, Handgelenk) miteinander verbunden sind.

Verletzungen am Arm können Muskeln, Knochen, Gelenke und Bänder und Knorpel

betreffen.

## **1. Muskelverletzungen:**

### *1.1 Muskelzerrungen:*

Muskelzerrungen entstehen hauptsächlich durch Trainingsüberlastung und Belastungen ohne ausreichendes Aufwärmtraining mit anschließendem Stretching. Insbesondere bei Schnellkraftbelastungen kommt es zur kurzfristigen Überdehnung einzelner Muskelfibrillen und –fasern, was einen ziehenden Schmerz in der betroffenen Region verursacht.

#### *Behandlung:*

Sofortiges Kühlen

Anlegen eines muskelentlastenden Verbandes

Elektrotherapeutische detonisierende Maßnahmen

Muskeldehnbehandlung und Kräftigung der Antagonisten

Massagen

### *1.2 Muskelfaserrisse /Muskelrisse:*

Bei Muskelrissen liegen partielle oder vollständige Unterbrechungen der Muskulatur vor, wobei die Anzahl der gerissenen Muskelfasern das Ausmaß der Verletzung bestimmt. Charakteristisch für solche Verletzungen sind plötzlich auftretende Schmerzen, die mit einem Peitschenhieb oder Messerstich verglichen werden können.

An der betroffenen Stelle zeigt sich bei einer ausgeprägten Rißverletzung eine Delle und ein

Hämatom, in manchen Fällen entsteht dazu ein Muskelbauch ober- oder unterhalb der Verletzung. Weiterhin kommt es zu intra- (innerhalb eines Muskels), bzw. intermuskulären (außerhalb des Muskels, zwischen Muskelschläuchen) Blutungen.

*Behandlung:*

Sofortiges Kühlen

Anlegen eines Druckverbandes

Äußere Fixierung durch Klebeverband

Nach 24 Stunden durchblutungsfördernde Maßnahmen

Elektrotherapeutische detonisierende Maßnahmen

Muskeldehnbehandlung und Kräftigung der Antagonisten

Massagen

Operative Versorgung, wenn mehr als ein Viertel des Muskelquerschnitts betroffen ist

## **2. Sehnenerkrankungen:**

Sehnenerkrankungen, wie z.B. die Sehnenscheidenentzündung, entstehen hauptsächlich durch Überlastung, Fehlbelastung, Dauerbelastung und Altersveränderungen.

Dabei sind folgende Sehnenveränderungen zu beobachten:

### *2.1 Entzündungen des Gleitgewebes (Paratenonitis):*

Bei dieser Erkrankung handelt es sich um ein entzündungsbedingtes Anschwellen der Sehne, das mit einer höheren Flüssigkeitsbildung der Sehnenscheide verbunden ist, und starke Belastungsschmerzen verursacht.

*Behandlung:*

Ruhigstellung im Stützverband

Mehrmalige tägliche Eisapplikation

Entzündungshemmende detonisierende Medikamente

Operative Gleitgewebeentfernung bei chronischem Verlauf

*2.2 Sehnenansatzreizungen (Insertionstendinosen):*

In diesem Fall liegt eine lokale Entzündung am Übergang von Sehne und Knochen vor. Feine Sehnenrisse liegen neben abgestorbenem Sehnengewebe. Ein weiteres Problem ergibt sich durch den Heilungsprozeß, da eine vermehrte Knochenbildung auftritt, der sich als Spornbildung äußert.

*Behandlung:*

Muskeldehnbehandlung mit Kräftigung der Antagonisten zur Entlastung des Sehnenansatzes

Lokale elektrotherapeutische Maßnahmen

*2.3 Sehnenrisse:*

Liegt ein Sehnenriß vor, ist die Funktion des zu der Sehne gehörenden Muskels aufgehoben und es entsteht eine deutliche Delle (z.B. Achillessehnenriß), oder eine es ist eine Muskelwulstbildung sichtbar (z.B. Abriß der Sehne des Bizeps brachii).

Sehnenrisse entstehen hauptsächlich durch maximale Beanspruchung, Plötzliches Abbremsen einer Bewegung oder durch Überdehnung einer Sehne.

*Behandlung:*

Sofortiges Kühlen  
Anlegen eines Druckverbandes  
Hochlagern, Ruhigstellen  
Ärztliche Behandlung

### **3. Knochenfrakturen:**

Brüche der Knochen entstehen durch starke äußere Gewalteinwirkung, dauernde Belastung oder durch Krankheit.

Oberarmfrakturen (Humerusfrakturen) entstehen meist durch Stürze auf die Schulter, den Ellenbogen, oder die Hand und sind in ihrer Art verschieden, d.h. je nach Lage der Bruchstelle werden verschiedene Nerven mit beschädigt.

Frakturen unterhalb des Kopfes können eine Schädigung des Nervus axillaris bewirken, Schaftfrakturen gehen oft mit einer Verletzung des Nervus radiales einher, während Frakturen oberhalb des Ellenbogens alle Nerven in Mitleidenschaft ziehen können.

Wie die Oberarmfrakturen entstehen auch die Unterarmfrakturen meistens durch Stürze auf den Arm, wobei in diesem Fall zwei Knochen betroffen sein können (Elle, Speiche).

Während bei den obigen Frakturen nur ein oder zwei Knochen betroffen sind, gibt es im Bereich der Hand eine Vielzahl von Brüchen, die nach der Lage der betroffenen Knochen gegliedert werden können. So gibt es Handwurzelfrakturen, Mittelhandfrakturen und Fingerfrakturen.

Behandlung:

Ruhigstellung in Verband (Oberarm), Gips und Schiene (Unterarm, Hand)

### **4. Gelenkverletzungen:**



#### *4.1 Ellenbogengelenk:*

Im Ellenbogengelenk sind zwei Bewegungsmöglichkeiten durchführbar. Im Schaniergelenk erfolgt das Beugen und Strecken, und das Zapfengelenk ermöglicht die Unterarmdrehbewegungen.

Ebenso wie bei anderen Gelenken, ist auch das Ellenbogengelenk erheblichen Schädigungsmöglichkeiten durch Sturz oder äußere Gewalteinwirkung ausgesetzt.

Neben Prellungen, Quetschungen und Wunden, treten auch oft Schleimbeutelentzündungen durch Sturz, oder dauerhaftes Aufstützen auf den Ellenbogen auf. Charakteristisch für eine solche Verletzung sind eine auffällige Schwellung am Ellenbogen und Schmerzen bei Belastung. Behandelt wird die Schleimbeutelentzündung mit Hilfe einer Oberarmschiene, Kältetherapie und abschwellenden Medikamenten für ca. 2 Wochen.

Neben Schleimbeutelentzündungen können durch Sturz oder Schlag auf den Ellenbogen auch Prellungen und Verstauchungen des Ellenbogengelenks auftreten, die sich durch eine Einschränkung der Bewegungsmöglichkeit und durch Dehnschmerzen äußern.

Die Behandlung erfolgt durch einen Verband, Elektrotherapie und durchblutungsfördernde Mittel.

#### *4.2 Handgelenk:*

Eine der häufigsten Verletzungen in der sportmedizinischen Praxis stellt die Verstauchung (Distorsion) des Handgelenkes dar, die hauptsächlich durch einen Sturz oder Schlag auf des Handgelenk hervorgerufen wird. Bei dieser Verletzung sind sowohl Unter-, Fett-, Muskel- und Sehngewebe, als auch der Kapselbandapparat betroffen.

Behandelt wird diese Verletzung in der ersten Woche durch einen Verband, Kälteanwendung und abschwellende Medikamente, bevor man in der zweiten mit Mobilisationsübungen des Handgelenks in ca. 40° heißen Bädern beginnt.

### *4.3 Fingergelenke:*

Verletzungen, die die Fingergelenke betreffen sind vor allem Bänderrisse, Verrenkungen (Luxationen) und Verstauchungen (Distorsionen), die durch direkte (Zug, Verdrehung, Stauchung) oder indirekte (Sturz) Gewalteinwirkung entstehen können.

Bei einem Riß des Bandes entstehen erhebliche Schädigungen in der gelenkumgebenden Struktur mit Kapsleinrissen und Gelenkergüssen, während bei der Verrenkung zur Seite die Seitenbänder betroffen sein können. Behandelt werden diese Verletzungen durch eine Fingerschiene, abschwellende Medikamente und kühlende Packungen. Nach ca. 3-4 Wochen kann man mit einer Mobilisierung im warmen Wasser beginnen.

Verstauchungen der Fingergelenke sind dagegen nicht so langwierig, obwohl auch hier der gesamte Kapselbandapparat betroffen ist, und es zu Gewebsschädigungen und Bänderteilrissen kommen kann.

Die Distorsion wird mit Hilfe einer fixierenden Fingerschiene und kühlenden Packungen behandelt.

## V.: 7. Sitzung: Das Herz- Kreislauf- System

### **Trainingsveränderungen: Adaptationsvorgänge am Herzen**

Die wohl prägnanteste Adaptation an sportliche Belastung stellt das Sporthertz dar. Darunter versteht man die physiologische Herzvergrößerung aufgrund von ausdauernder Belastung, d.h. es findet eine Anpassung an eine gesteigerte Ausdauerbeanspruchung großer Muskelgruppen statt. Während das Herz eines Menschen im Normalfall ein Volumen von 500 – 800 ml (10-12ml /kg) aufweist, kann es in Abhängigkeit von der betriebenen Sportart bis auf über 1000ml anwachsen.

Sportarten wie Sprint, Sprung, Wurf, Gewichtheben, Turnen haben demnach keinen Einfluß auf die Sporthertzbildung, während bei Laufspielen, Schwimmen, Mittelstreckenlauf, Boxen und Ringen ein Ansteigen des Herzvolumens auf 800 – 1000 ml (12-14,5 ml /kg) zu beobachten ist.

Starken Einfluß auf die Bildung eines Sportherzes  $> 1000$  ml (14,5- 18 ml/kg) haben Ausdauersportarten wie Langstreckenlauf, Skilanglauf und Straßensport.

Doch nicht nur die Art der betriebenen Sportart ist entscheidend für die Bildung des Sportherzen, sondern auch die Art der angewandten Trainingsmethodik. Demnach führt ein Intervalltraining meist zu einer größeren Herzvergrößerung, als bei der Dauerleistungsmethode, da es bei der Dauermethode zu ausgeprägten Anpassungserscheinungen in der Peripherie kommt, die eine stärkere Herzentlastung zur Folge haben. Die Intervallmethode wirkt sich im Gegensatz dazu eher herzkraftigend aus.

Wobei das Ausmaß der Herzvergrößerung nicht absolut bestimmt werden kann, sondern auch vom Körperbau abhängig sind, deshalb bezieht man oft körpermaßbezogene Werte mit ein.

## **1. Physiologische Veränderungen am Herzen:**

### *1.1 Erweiterung der Kammern des Sportherzens:*

Ausdauerleistungen bewirken eine Erweiterung aller vier Herzwände, so daß in einem funktionstüchtigem Herzen in den Herzhöhlen eine erhöhte Blutmenge vorhanden ist. Die Anpassung des Herzens geschieht durch strukturelle Veränderungen des Herzmuskels, wodurch die Dehnungskurve verändert wird. Gleichzeitig setzt eine langsame Größenzunahme der Hohlräume statt, ohne jedoch den Innendruck zu erhöhen.

Dies hat eine leichte Steigerung des Schlagvolumens zur Folge. Weiterhin verbleibt eine höhere Menge Restblut in den Herzhöhlen, die bei sportlicher Betätigung als Schlagvolumenreserve zur Erhöhung des Schlagvolumens beiträgt.

### *1.2 Verdickung der Wände des Sportherzens:*

Durch körperliche Betätigung findet eine Hypertrophie des Herzmuskels statt, so daß der Wanddurchmesser beim Sportherz um 1 – 2 mm vergrößert ist, was einer Herzmassensteigerung von etwa 310 g auf bis zu 500 g entspricht. Dieser Vorgang verläuft harmonisch und physiologisch, d.h. das Verhältnis von Muskelmasse und Durchblutung wird nicht gestört, um die Kontraktionskraft nicht zu beeinträchtigen. Vielmehr wird diese durch Wachstum der vorhandenen Zellen noch gesteigert.

### *1.3 Durchblutung des Sportherzens:*

Aufgrund der zunehmenden Ausdaueranpassung kommt es zur Steigerung der Voraussetzungen für die Sauerstoffversorgung des Herzmuskels, die durch Verminderung des Sauerstoffbedarfs für eine vergleichbare Herzleistung und durch eine Erweiterung der Blutgefäße als Voraussetzung für eine verbesserte Durchströmung kompensiert wird. Die

Neubildung von Kapillaren im Herzmuskel unterstützen die gesteigerte Durchblutung.

#### *1.4 Zelluläre Anpassung des Sportherzens:*

Da der Herzmuskel auf ununterbrochene Tätigkeit spezialisiert ist, ist er ausschließlich aus schmalen ST- Fasern aufgebaut, die langsam kontrahieren und oxydativ tätig sind.

Der trainierte Herzmuskel verfügt über eine gesteigerte Konzentration an Myoglobin (roter Muskelfarbstoff), so daß die Sauerstofftransportkapazität innerhalb der Zelle zunimmt. Außerdem steigt die Masse der Mitochondrien, was eine gesteigerte Sauerstoffverwertung ermöglicht.

## **2. Anpassungserscheinungen des Kreislaufs:**

Ein wesentliches Anpassungsphänomen des Kreislaufs ist die Steigerung der Reserven hinsichtlich der Gefäßerweiterung und der damit verbundenen Transportkapazität, sowie die Verlängerung der Kreislaufzeit um das 1,5fache, um einen besseren Sauerstoffaustausch zu gewährleisten. Diese langsame Ruheherzschlagfrequenz verlangt eine Abstimmung verschiedener Vorgänge des Herz-Kreislauf-Systems, so müssen die Arterien die langsamen pulsierenden Strömungen in eine kontinuierliche wandeln, was durch die Reaktion der Aortawand mit veränderter Elastizität geschieht. Die Wände der Venen sind ebenfalls elastischer und somit dehnbarer, was eine Erhöhung der Blutaufnahme ohne Steigerung des Innendrucks ermöglicht. Von daher erfüllt das Venensystem eines Ausdauersportlers die wichtige Funktion als Blutdepot, welches auf Anforderung in den Kreislauf integriert werden kann. Unter Belastung tritt dann eine Zunahme der Venenwandspannung ein, wodurch ein zu starkes Abfließen des Blutes in die Venen verhindert wird, und der Aufrechterhaltung der Blutströmungsgeschwindigkeit dient.

## VI: 8. Sitzung: Die Skelettmuskulatur

### 1. Trainingsveränderungen:

Adaptationen am Skelettmuskel werden durch sportliche Belastungen hervorgerufen. Darunter versteht man eine wohldosierte Abfolge von Belastung und Wiederherstellung, die durch mehr oder weniger stabile biologische Anpassungen schon nach 2- 8 Wochen deutlich meßbar sind. Schon am äußeren Erscheinungsbild erkennt man, daß ein sportlich aktiver Mensch gegenüber einem Untrainierten über mehr Muskulatur verfügt. Dies ist auf eine Faserflächenvergrößerung zurückzuführen, die nach der Art des Trainings unterschiedliche Fasertypen betrifft. Zwar kommt es durch ein richtig geführtes Training zu einer Querschnittsvergrößerung beider Fasertypen, doch es sind Unterschiede zu erkennen. So führt ein Schnellkraft -, Schnelligkeits - und Maximalkrafttraining zu einer deutlichen Vergrößerung der Fast- twitch- Faser (schnell zuckend), während ein (Kraft-) Ausdauertraining eine Vergrößerung der Slow- twitch- Faser (langsam zuckend) zur Folge hat. Doch neben dem Faserwachstum kommt es auch zu einer Vermehrung der Mitochondrien, die den oxydativen Stoffwechsel zur ATP- Bereitstellung fast ausschließlich ermöglichen. Außerdem vergrößert sich ihre innere Oberfläche durch eine stärkere Fältelung. Die Aktivität der Enzyme des aeroben Stoffwechsels, die im Inneren der Mitochondrien aktiv sind, steigert sich ebenfalls bei entsprechender Anforderung. Weiterhin vermehren sich durch Schnellkraft -, Schnelligkeits- und Maximalkrafttraining die kontraktilen Eiweiße Actin und Myosin (Myofibrillen). Auch die Zahl der in der Muskelzelle eingelagerten paraplasmatischen Einschlüsse, wie Glycogen und Fett wird je nach Nutzungsgrad erhöht. Durch stetigen Auf- und Abbau der Substrate kommt es schließlich zu einer anpassungsbedingten Vermehrung, wobei Sportler die nur kurze Zeit aktiv sind weniger Fetteinlagerungen aufweisen, als

Ausdauersportler.

**Wirkungsweise der verschiedenen Krafttrainingsmethoden:**

	Maximalkraft	Schnellkraft	Kraftausdauer
Intensität	80 - 100%	40 – 70 %	20 – 70 %
Dauer	5 – 10 sec.	1 – 10 sec.	> 1 min.
Wiederholungen	1 – 6	1 – 3	75 – 100% der max. möglichen Wdhlg.
Belastung/Erholung	1 : 5	Vollständige Erholung	Unvollständige Erholung
Morphologische Anpassung			
FT - Fasern	+	++	0
ST - Fasern	+	0	++
Mitochondrien	+	0	+
Metabolische Anpassung			
CrP + ATP	+	++	0
Glycogen	+	0	++
Glycol. Enzyme	+	++	0
Oxyd. Enzyme	0	0	++
ATPphase	+	++	+
Myoglobin	+	++	+
Durchblutung	0	0	+

Neuromuskuläre Steuerung	Vergrößerter Einsatz motorischer Einheiten	Vergrößerter Einsatz motorischer Einheiten, bessere Koordination	Bewegungsökonomisierung

### Merkmale von unterschiedlichen Formen der Ausdauerbelastung :

	Kurzzeitausdauer	Mittelzeitausdauer I	Mittelzeitausdauer II	Langzeitausdauer I	Langzeitausdauer II	Langzeitausdauer III
Dauer	35 s – 2 min	2 – 5 min	5 – 10 min	- 30 min	- 90 min	> 90 min
Intensität						
Hf	190	190 - 200		180	170	160
VO <sub>2</sub> max	100 %	90 – 100 %		90 %	80 %	< 70 %
Lactat in mmol / l	10 - 15	12 – 20		10	6 - 8	< 5
Energie Liefernde Substrate	Phosphogene	Glycogen	Glycogen	Leber- und Muskel glycogen	Glycogen, Fette	Fette
Abbauweg						
Alactacid	15 – 30 %	3 – 5 %	---	---	---	---
Anaerob/ Lactacid	50 %	60 %	40 %	---	---	---
Aerob (KH)	20 – 25 %	40 %	60 %	70 – 80 %	80 %	30 – 50 %
Aerob (Fett)	---	---	---	10 %	20 %	50 – 70 %



Leistungsbe- grenzende Faktoren	Neuro- Muskuläres System, Glycolyse	Lactat-toler anz, Glycolyse	Oxydative Kapazität, Lactat-toler anz	VO <sub>2</sub> max, Glycogen-s peicher, aerob/ anaerobe Schwelle	Glycogen-s peicher, Hormone, aerob/ anaerobe Schwelle	Lipolyse, Binde- und Stützgeweb e
---------------------------------------	--	-----------------------------------	--	--	--	--

## VII.: Das Atmungssystem

### **Bau: Lunge, Gefäße, Haut, Erythrozyten**

#### **1. Lunge:**

Die Atmungsorgane bestehen aus zuleitenden Atemwegen und den Lungen, die an dieser Stelle besondere Beachtung finden.

Die eingeatmete Luft wird über die Nase oder den Mund aufgenommen und über Rachen (Pharynx), Kehlkopf (Larynx) in die Luftröhre (Trachea) weitergeleitet. Von dort gelangt die Luft über die Bronchien in die Lungenbläschen (Alveolen), wo der Gasaustausch stattfindet. Die "Ausatemungsluft verläßt die Lungen auf umgekehrtem Weg.

Der Rachen beginnt hinter den inneren Nasenlöchern und wird in 3 Etagen unterteilt, in Pars nasalis, - oralis und - laryngea. Der untere Abschnitt (Pars laryngea) geht in die Speiseröhre über und bildet den Eingang zum Kehlkopf. Der Kehlkopf besteht aus 5 Knorpeln, dem Kehlkopfdeckel (Epiglottis), dem Schildknorpel (Cartilago thyroidea), zwei Stellknorpeln (cartilago arytaenoidea) und dem Ringknorpel (cartilago cricoidea). Die Hauptaufgaben des Kehlkopfes ist die Stimmbildung und der Schutz der unteren Atemwege (\_ Hustenreflex).

Weiterhin stellt er eine Pforte der Atemluft dar, d.h. er bildet einen Verschluss bei der Bauchpresse.

Die Atemluft, die bereits Nase/Mund, Rachen und Kehlkopf durchlaufen hat, gelangt nun in die Luftröhre (Trachea), die ca. 12 cm lang ist und durch 15 – 20 Knorpelstangen offengehalten wird. Innen ist die Luftröhre mit einer Schleimhaut überzogen, die kleinere Staubpartikel auffängt, und in den Kehlkopf zurückleitet.

Auf der Höhe des 5. Thorakalwirbels teilt sich die Luftröhre in einen linken und einen rechten Hauptbronchus, die in die Lunge eintreten und sich in 5 Lappenbronchien aufgabeln, aus denen links, als auch rechts je zehn Segmentbronchien hervorgehen. Diese Segmentbronchien verzweigen sich weiter über die Endbronchien in die Bronchioli. Die Bronchien müssen wie die Trachea offengehalten werden, was durch Einlagerung von Knorpelstücken in der Wand der Bronchien durch ringförmig verlaufende, glatte Muskelfasern in der Bronchienwand geschieht.

Bis hierhin wird das Ganze als Luftleitendes System verstanden, während die Lunge als gasaustauschendes System verstanden wird.

Die Lunge (Pulmones), besteht aus zwei Lungenflügeln, die durch das Mittelfell (Mediastinum) voneinander getrennt sind, und nur durch die Aufspaltung der Luftröhre in die Hauptbronchien miteinander verbunden werden. Das Mittelfell ist ein Bindegewebe, das von der Wirbelsäule bis zum Brustbein reicht, und in dem Speiseröhre, Luftröhre und Herz eingebettet sind. Durch die konkave Form der Lungen im Bereich des Mittelfells wird das Herz umhüllt, so dass nur ein kleiner Teil des Herzens die Brustwand berührt. In der Mitte dieser mediastinalen Lungenfläche liegt die Lungenpforte (Lungenhilus), wo Nerven, Bronchien, Lymph- und Blutgefäße ein- und austreten können.

Die Lungenflügel sind durch tief einschneidende Lungenlappen untergliedert, die sich bei Atembewegungen gegeneinander verschieben. Die rechte Lunge ist etwas größer und besitzt daher drei Lappen, den Ober-, Mittel- und Unterlappen, während die linke Lunge nur in Ober- und Unterlappen unterteilt ist. Jeder Lungenlappen besteht aus kegelförmigen Segmenten (Sublobi), die einen eigenen Bronchus, eine eigene Arterie und eine eigene Vene besitzen. Der rechte Oberlappen besteht aus drei Segmenten, der Mittellappen aus zwei Segmenten und der rechte Unterlappen aus fünf Segmenten. Der linke Oberlappen enthält fünf Segmente, der linke Unterlappen 4 Segmente.

Beide Lungen sind von einer mit Gefäßen versorgten Hülle bedeckt, dem Lungenfell (Pleura pulmonalis), das im Bereich des Lungenhilus in das Rippenfell (Pleura parietalis) übergeht, das den Brustkorb von innen auskleidet. Die beiden Pleurablätter werden gemeinsam als Brustfell bezeichnet, das aus einer Schicht flacher Deckzellen besteht, unter der eine Bindegewebsschicht mit elastischen Fasern und sensiblen Nerven liegt. Die Deckzellen sondern eine Flüssigkeit ab, die den Spalt zwischen Lungen- und Rippenfell ausfüllt, so daß eine reibungslose Verschiebung der Lunge gegen die Brust gewährleistet wird.

Der Feinbau der Lungen läßt sich am günstigsten von den Bronchien aus darstellen, die sich von den Hauptbronchien ausgehend bis zu den Bronchioli aufspalten, die sich wiederum in 2 – 3 Alveolengänge aufteilen, von denen die Alveolen (Lungenbläschen) ausgehen. In diesen Alveolen, findet der Gasaustausch statt. Bei der Ausatmung haben die Lungenbläschen einen Durchmesser von 0,1 – 0,2 mm, während sich dieser bei der Einatmung auf 0,3 – 0,5 erhöht. Die Gesamtoberfläche der ca. 300 Millionen Alveolen beträgt etwa 100 qm. Die 1/1000 mm dicke Wand der Lungenbläschen besteht aus plattenförmigen Deckzellen, die für Sauerstoff und Kohlendioxid durchlässig sind.

## **2. Erythrozyten:**

Die roten Blutkörperchen sind bikonkave, kernlose Scheiben mit einer Randdicke von 2µm und einer Zentrumsdicke von 1µm. Die Gesamtoberfläche aller Erythrozyten beträgt ca. 3800m<sup>2</sup>.

Um enge Kapillaren durchfließen zu können, sind sie sehr flexibel und können ihre Form den äußeren Umständen anpassen. Ihr wesentlicher Bestandteil ist Hämoglobin, ein eisenhaltiger, roter Blutfarbstoff.

## **3. Haut:**

Man kann zwei Arten der Haut unterscheiden, die Leistenhaut (z.B. Fußsohlen, Handflächen) und die Felderhaut (behaarte Haut), die aber eine gleiche Struktur aufweisen.

Die Haut besteht aus drei Schichten, der Oberhaut (Epidermis), der Lederhaut (Corium) und der Unterhaut (supcutis).

Die Oberhaut ist ein mehrschichtiges Plattenepithel, dessen obere Schichten verhornt sind. Sie setzt sich aus folgenden Schichten zusammen:

1. Hornschicht (Stratum corneum): Sie besteht aus abgeflachten, verhornten, kernlosen Zellen, die sich abstoßen und durch von tieferen Zellschichten nachrückenden Zellen ersetzt werden.
2. Körnerschicht (Stratum granulosum): Sie besteht aus 2 – 5 Schichten flacher Zellen, die Hornkörnchen enthalten, und so einen Übergang zu der Hornschicht ermöglichen.
3. Keimschicht (Stratum germinativum): Sie besteht aus Basalschicht (Stratum basale) und Stachelzellschicht (Stratum spinosum). Die Basalschicht enthält zylindrische Zellen, die durch Wurzelfüßchen mit der Lederhaut verbunden sind, und durch Zellteilungen für Zellnachschiebung sorgen. Die Stachelzellschicht enthält vieleckige Zellen mit stacheligen Ausziehungen, die für einen festen Zusammenhalt der Zellen sorgen.

Die Lederhaut besteht aus straffem Bindegewebe mit kollagenen Fasern und dazwischen liegenden elastischen Fasern. Man unterscheidet bei der Lederhaut zwischen zwei Schichten, der äußeren Schicht (Stratum papillare) mit winzigen Erhebungen (Papillen) und einer inneren, netzförmigen Schicht (Stratum reticulare). Die Papillen der Lederhaut enthalten entweder kapillare Gefäßschlingen (Gefäßpapillen) oder Meissner-Tastkörperchen (Nervenpapillen), die der Reizaufnahme dienen. Die Unterhaut besteht aus lockerem Bindegewebe, in das Fettgewebe eingelagert ist. Weiterhin liegen hier die Schweißdrüsen und Schleimbeutel.

VIII.: Protokoll der 6. Sitzung vom 1.12.1999: Die Arme im Sport

## **Bau, Funktionsmechanismen, Trainingswirkungen, Verletzungen/Therapie**

### **1. Bau eines Armes:**

#### *1.1 Knochen:*

Der Oberarmknochen (Humerus) ist ein länglicher Röhrenknochen an dessen oberen Ende sich der halbkugelförmige Oberarmkopf (Caput humeri) befindet. Dieser besteht aus Oberarmhals und dem kleinen und großen Höcker, die als Ansatzpunkt der

Rottatorenmanschette dienen.

In Richtung des Ellenbogen läuft der Oberarmknochen in zwei seitliche Knochenhöcker aus, den inneren und äußeren Gelenkknochen, die mit Elle und Speiche das Ellenbogengelenk bilden.

Bei dem Ellenbogengelenk handelt es sich um ein zusammengesetztes Gelenk, in dem drei Knochen miteinander verbunden sind, nämlich Oberarm, Elle und Speiche. Das Ellenbogengelenk ist von einer Gelenkkapsel umgeben, und besteht aus 3 Teilgelenken. Ein Teilgelenk stellt das Oberarm- Ellengelenk, bei dem es sich um ein klassisches Schaniergelenk handelt, das Bewegungen in nur eine Richtung zulässt (Beugen – Strecken). Ein weiteres Gelenk wird aus Oberarm und Speiche gebildet. Hierbei handelt es sich um ein Kugelgelenk, das Bewegungen in zwei Ebenen ermöglicht, da Speiche und Elle durch ein ringförmiges Band verbunden sind. Elle und Speiche bilden auch ein gemeinsames Gelenk, ein sogenanntes Zapfen- oder Radgelenk, das durch dieses Ringband geführt wird.

Der Unterarm besteht aus den schon erwähnten Röhrenknochen Elle (Ulna) und Speiche (Radius), die durch eine Zwischenknochenmembran miteinander verbunden sind. Während die Speiche an der Daumenseite des Unterarmes liegt, liegt die Elle gut spürbar an der Kleinfingerseite. Das obere Ende der Elle ist mit einem halbkreisförmigen Ausschnitt, der durch Kronenfortsatz begrenzt wird, mit dem Oberarmknochen gelenkig verbunden, während das hintere Ende die Ellenbogenspitze bildet. Am unteren Ende befindet sich der Griffelfortsatz der Elle.

Die Speiche beginnt am Ellenbogen mit dem Speichenkopf, das mit der Elle ein Zapfengelenk bildet, und verbreitert sich zur Hand hin zu einer muldenförmigen Gelenkfläche für die angrenzende Handwurzel. Die Handwurzel wird aus acht Handwurzelknochen zusammengesetzt, die in zwei Reihen hintereinander liegen.

Die Knochen, die die Handwurzel bilden sind das Kahnbein, das Mondbein, das Dreieckbein, das Trapezbein, das trapezähnlichen Bein, das Kopfbein, das Hakenbein und das Erbsenbein. Auf die Handwurzelknochen folgen die fünf Knochen der Mittelhand, deren verdickte Enden die Fingerknochen, bzw. die Handwurzelknochen tragen.

Die Finger sind aus Röhrenknochen zusammengesetzt und weisen drei Glieder (nur 2.-5. Finger) auf, das Grund-, Mittel- und Endglied. Zwischen dem Fingergrundglied und dem entsprechenden Mittelhandknochen liegt das Fingergrundgelenk, bei dem es sich um ein

Kugelgelenk handelt, das Beugung, Streckung und Abduktion und Adduktion zulässt.

### *1.2 Muskeln:*

Die Oberarmmuskeln gliedern sich in zwei Gruppen, die Armbeuger und die Armstrecker.

Der wichtigste Armbeuger ist der M. biceps brachii, der vom Schulterblatt bis zum Unterarm verläuft. Den wichtigsten Armstrecker stellt der Dreiköpfige Oberarmmuskel (M. triceps brachialis) dar, der sich aus drei Muskelanteilen zusammensetzt, dem langen Kopf, dem inneren Kopf und dem äußeren Kopf. Der lange Kopf entspringt vom Schulterblatt am Unterrand der Schulterpfanne, die anderen vom Innen- und Außenrand des Oberarmknochens. Alle drei vereinen sich am unteren Ende der Oberarmrückseite.

Bei den Unterarmmuskeln unterscheidet man die streckseitigen (Extensoren) und die beugseitigen (Flexoren) Muskeln, wobei der Ursprung der Streckmuskeln an den äußeren Gelenkknochen, und der der Beuger am inneren Gelenk des Oberarmes liegt.

Bei den Handmuskeln gibt es Muskeln, die Hand und Finger beugen (z.B. speichenseitiger Handbeugemuskel, ellenseitiger Handbeugemuskel), bzw. strecken (z.B. lange/kurze speichenseitiger Handstrecker, Fingerstrecker, lange/kurze Daumenmuskeln).

### *1.3 Sehnen/Bänder:*

Die Bänder von Oberarm und Ellenbogengelenk sitzen alle seitlich am Gelenk, und am Unterarm zwischen Elle und Speiche.

Die Sehnen auf dem Handrücken liegen alle eng beieinander und sind von Sehnenscheiden umhüllt.

## **2. Funktionsmechanismen:**

### *2.1 Oberarmmuskulatur:*

Der M. brachialis (Armbeuger) ist ein kräftiger Unterarmbeuger und sein sehr kurzer

Hebelarm bewirkt bei einem Muskelzug von 1 cm einen 20 cm großen Ausschlag der Hand. Darüber hinaus verhindert er ein Einklemmen des Ellenbogengelenks bei sehr starker Beugung, weil er die vordere Ellenbogenkapsel spannt.

Der *M. biceps brachii* (zweiköpfiger Oberarmmuskel) ist an einer Vielzahl von Bewegungen beteiligt und hilft im Schultergelenk den Arm nach vorne und zur Seite abzuspreizen. Außerdem hilft er den Oberarmkopf in die Schulterpfanne zu ziehen, und zu stabilisieren. Zeigen die Handflächen nach oben, ist der Biceps einerseits ein kräftiger Beuger, andererseits ein kräftiger Supinator, d.h. er dreht den Oberarm so, daß die Handflächen nach oben zeigen.

Der *M. brachioradialis* (Oberarmspeichenmuskel) ist einer der kräftigsten, und ausdauerndsten Beuger, der den Arm einwärts, als auch auswärts bis zur Mittelstellung drehen kann.

Der *M. triceps brachii* (Dreiköpfiger Oberarmmuskel) ist der einzige Strecker des Ellenbogengelenks und Antagonist der Armbeuger.

## *2.2 Unterarmmuskulatur:*

Man unterscheidet zwischen streckseitigen (Extensoren) und beugseitigen (Flexoren) Muskeln, sowie zwischen Supinatoren (Handfläche nach unten) und Pronatoren (Handflächen nach unten). Muskeln für Supination sind der *M. supinator* (Auswärtsdreher) und der *M. biceps brachii* (Biceps). Muskeln für die Pronation sind der *M. pronator teres* (runder Einwärtsdreher) und der *M. pronator quadratus* (viereckiger Einwärtsdreher).

Während bei gestrecktem Ellenbogengelenk die Pronatoren kräftiger sind, sind es die Supinatoren bei gebeugtem Ellenbogengelenk.

## **3. Trainingswirkungen:**

### *3.1 Muskeln:*

Muskeln sind altersunabhängig gut trainierbar und reagieren auf entsprechend große Reize mit Kraftzuwachs und einer Muskelstoffwechselveränderung. Allgemein unterscheidet man zwei Arten von Muskeltraining, nämlich das Maximalkrafttraining und das Kraftausdauertraining.

Beim Maximalkrafttraining kommt es durch eine hohe Belastung mit geringer Wiederholungszahl zu einer Vergrößerung des Muskelquerschnitts und einer Erhöhung der Myofibrillen.

Bei Kraftausdauertraining kommt es durch eine oft wiederholte geringe Belastung zu einer Erhöhung der Kapilarisierung, zu einer Steigerung der Mitochondrien und zu einer Erhöhung des Myoglobingehalts im Muskelgewebe.

Die Trainierbarkeit eines Muskels umfaßt aber neben Kraftgewinn und verbesserter Ausdauer auch die Schnelligkeit, die Koordination (inter- und intramuskulär) und die Flexibilität.

### *3.2 Knorpel:*

Auch Knorpel sind trainierbar, so führt regelmäßiges Training zu einer Vermehrung (Hypertrophie) der Knorpelzellen an den Gelenkflächen (Hyaliner Knorpel), was eine Knorpelverdickung zur Folge hat. Weiterhin kommt es durch längerzeitige Belastungen zu einer erhöhten Stoffwechselaktivität der Knorpelzellen, wodurch der hyaline Knorpel höhere Belastungen ertragen kann.

Allerdings stellen sich diese Ergebnisse aufgrund der schlechten Gewebeernährung erst nach einiger Zeit ein, so daß nur ein Training über längere Zeit zu den geschilderten Veränderungen führt.



### *3.3 Knochen:*

Auch am Knochen kommt es bei allmählich ansteigender Belastung zu positiven Anpassungserscheinungen, und damit zur Erhöhung der Belastungsverträglichkeit.

Besonders bei Röhrenknochen kommt es durch sportliches Training zu einem erheblichen Dickenwachstum der Knochenrinde und einer Verstärkung und Ausrichtung der Knochenbälkchen entsprechend den Druckkraftlinien. Weiterhin findet eine verstärkte Ausbildung von Knochenvorsprüngen an den Ansatzzonen von Muskeln, Sehnen und Bändern statt.

### **4. Verletzungen der Arme und Therapie:**

Siehe bitte Kurzreferat III.

**IX.: Anhangverzeichnis:**

1. Oberschenkelknochen (Sommer S. 94)
2. Unterschenkelknochen (Sommer S.97)
3. Kniegelenk (Sommer S. 98)
4. Beinmuskulatur von vorne und von außen (Sommer S. 161)
5. Beinmuskulatur von hinten und von innen (Sommer S. 162)
6. Herzgrößenvergleich zwischen Radfahrer und Untrainiertem (Badtke S. 166)
7. Faserverkürzung eines (un-) trainierten Herzens (Badtke S. 168)
8. Kapillarisation eines (un-) trainierten Muskels (Badtke S. 171)
9. Untere Luftwege (v. Brandis S. 157)
10. Lungen und Bronchialbaum (v. Brandis S. 158)
11. Teil eines Lungenläppchens mit Blutgefäßen (v. Brandis S. 166)
12. Rechte und linke Lunge (Leutert S. 198)
13. Schematische Darstellung eines Erythrozyt (Badtke S. 213)
14. Erythrozyt (Spornitz S. 224)
15. Mikroskopischer Aufbau der Haut (Leutert S. 306)

**X.: Literaturverzeichnis:**

- G. Badtke (Hrsg.): Lehrbuch der Sportmedizin (3. Aufl. 1995). Leipzig: Barth
- H.-J. v. Brandis & W. Schönberger (Hrsg.): Anatomie und Physiologie (8. Aufl. 1991). Stuttgart: Gustav Fischer
- G. Feuerstake & J. Zell (Hrsg.): Sportverletzungen: Theorie und Praxis (2. Aufl. 1996). Stuttgart: Gustav Fischer
- H. Hinrichs (Hrsg.): Sportverletzungen (1986). Reibeck: Rowolt
  
- G. Leutert (Hrsg.): Systematische und funktionelle Anatomie des Menschen (7. Aufl. 1994). Berlin: Ullstein Mosby GmbH
- U. Spornitz (Hrsg.): Anatomie und Physiologie (2. Aufl. 1996). Heidelberg: Springer
- K. Sommer (Hrsg.): Der Mensch (1994). Augsburg: Weltbild

## Inhaltsverzeichnis:

<b><i>I. Einleitung:</i></b>	<b>1</b>
<b><i>II.: 3. Sitzung: Die Beine im Sport</i></b>	<b>2</b>
<b>Bau eines Beines: Knochen, Muskeln, Sehnen, Bänder, Gelenke</b>	<b>2</b>
Muskeln, die auf das Hüftgelenk wirken:	4
Muskeln, die auf das Kniegelenk wirken:	5
Muskeln, die auf die Fußgelenke wirken:	6
<b><i>III: 4. Sitzung: Die Wirbelsäule im Sport</i></b>	<b>7</b>
<b>Verletzungen/Therapie: Gelenke, Muskeln, Knochen, Knorpel</b>	<b>7</b>
1. Wirbelsäulenfrakturen:	8
2. Wirbelgleiten (Spondylolysthesis):	9
3. Stellungsanomalien und Haltungsfehler:	10
4. Bandscheibenvorfall (Nukleusprolaps):	11
<b><i>IV. 6.Sitzung: Die Arme im Sport</i></b>	<b>12</b>
<b>Verletzungen/Therapie: Gelenke, Muskeln, Knochen, Knorpel</b>	<b>12</b>
1. Muskelverletzungen:	13
2. Sehnenkrankungen:	14
3. Knochenfrakturen:	16
4. Gelenkverletzungen:	16
<b><i>V.: 7. Sitzung: Das Herz- Kreislauf- System</i></b>	<b>18</b>
<b>Trainingsveränderungen: Adaptationsvorgänge am Herzen</b>	<b>18</b>
1. Physiologische Veränderungen am Herzen:	19
2. Anpassungserscheinungen des Kreislaufs:	20
<b><i>VI: 8. Sitzung: Die Skelettmuskulatur</i></b>	<b>21</b>
1. Trainingsveränderungen:	<b>21</b>
Wirkungsweise der verschiedenen Krafttrainingsmethoden:	22
Merkmale von unterschiedlichen Formen der Ausdauerbelastung :	23
<b><i>VII.: Das Atmungssystem</i></b>	<b>24</b>
<b>Bau: Lunge, Gefäße, Haut, Erythrozyten</b>	<b>24</b>
1. Lunge:	24
2. Erythrozyten:	26
3. Haut:	26
<b><i>VIII.: Protokoll der 6. Sitzung vom 1.12.1999: Die Arme im Sport</i></b>	<b>27</b>

	37
<b>Bau, Funktionsmechanismen, Trainingswirkungen, Verletzungen/Therapie</b>	<b>27</b>
1. Bau eines Armes:	27
2. Funktionsmechanismen:	29
3. Trainingswirkungen:	30
4. Verletzungen der Arme und Therapie:	32
<b><i>IX.: Anhangverzeichnis:</i></b>	<b>32</b>
<b><i>X.: Literaturverzeichnis:</i></b>	<b>33</b>