

Versuch BK: Blut und Kreislauf

Betreuer: **Skrzipek**
Raum: **M 449**

Dieser Versuch gliedert sich in 4 Teilversuche, welche einzeln als Versuche BK1-BK4 beschrieben werden.

Für die Versuche BK 1 u. BK 2 sind Laborkittel obligatorisch. Desweiteren sollten Sie bei BK 1 u. BK 2 äußerst sorgfältig und steril arbeiten, d.h. darauf achten, daß weder Kommilitonen noch das Laborinventar mit Blut kontaminiert werden.

BK1: Das körpereigene Abwehrsystem

1. Versuchsziel

Bestimmung der eigenen Blutgruppe und des eigenen Rhesusfaktors mittels entsprechender Testsera; Berechnung der prozentualen Verteilung der Blutgruppen (am Kursende, wenn die Blutgruppen aller Kursteilnehmer bestimmt sind).

2. Theoretische Vorbereitung

Blut im menschlichen Körper erfüllt bestimmte Aufgaben: es hat eine Transportaufgabe (von Atemgasen, Nährstoffen und auch von Hormonen), erhält das innere Milieu des Körpers innerhalb von Grenzen, die optimal für die Zellfunktionen sind, schützt vor Blutverlust und besitzt auch Abwehrfunktionen.

In diesem Versuchsteil wollen wir uns besonders mit den verschiedenen Blutgruppen beschäftigen.

a1) Blutgruppen:

Es werden beim Menschen vier Blutgruppen unterschieden: A, B, AB und 0. Diese Einteilung geht darauf zurück, daß das Blut von verschiedenen Menschen nicht ohne weiteres vermischbar ist. In ca. 70% der Fälle kommt es zu einer Verklumpung, der sogenannten Agglutination. Dem liegt eine Antikörper-Antigen-Reaktion zugrunde. In der Erythrozytenmembran kommen bestimmte Glykolipide vor, die sogenannten Agglutinogene, die mit den Antikörpern reagieren, die sich im fremden Blutplasma befinden. So kommt es beim Zusammentreffen zwischen zwei verschiedenen Blutgruppen zu einer Brückenbildung zwischen den einzelnen Erythrozyten der Blutgruppen durch die Antikörper, die sich im Plasma der anderen Blutgruppe befinden. Diese Zusammenballung der roten Blutkörperchen wird makroskopisch sichtbar.

In dem Test zur Blutgruppenbestimmung enthalten die Testsera jeweils die verschiedenen Agglutinine (dies sind Antikörper und zwar Gamma-Globuline der Typen IgM und IgG) vom Typ Anti-A, Anti-B oder beide, die zu Agglutinationen mit Erythrozyten der entsprechenden Blutgruppe führen. Erythrozyten der Blutgruppe 0 reagieren weder mit Anti-A- noch mit Anti-B-Antikörpern.

a2) Rhesusfaktor:

Der Rhesusfaktor wurde durch folgenden Versuch festgestellt:
Wenn einem Meerschweinchen wiederholt rote Blutkörperchen des Rhesusaffen eingespritzt werden, so bildet sich im Blutserum ein Agglutinin, das nicht nur die Erythrozyten des Rhesusaffen, sondern in 85% auch die roten Blutkörperchen des Menschen zusammenballt.

Man bezeichnet den agglutinierenden Faktor mit „Rh“ rhesus-positiv. 15% der Menschen besitzen ihn nicht, sie werden als rhesus-negativ bezeichnet. Die Rhesus-Eigenschaft der Erythrozyten werden durch mehrere Antigene bestimmt, die als C, D, E, c und e bezeichnet werden. Da das Antigen D die größte antigene Wirksamkeit besitzt, werden wir dieses zur Bestimmung des Rhesusfaktors einsetzen.

b) Literatur:

Schmidt RF, Thews G (1997) Physiologie des Menschen, Kap. 21 Funktionen des Blutes, Springer Verlag, 27.Aufl. S. 411-418,444-447

3. Benötigte Materialien und Geräte

Saubere Objektträger und Deckgläser, Filzstift, Watte, Alkohol/Äther-Gemisch, Einmalklingen, Testsera.

4. Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

Beschriften Sie mit einem Filzstift die Rückseite eines sauberen Objektträgers von rechts nach links mit den Antikörpersymbolen (Anti-) A, A+B, B und Ihrem Namenssymbol. Bringen Sie auf die Oberseite des Objektträgers in die Nähe der Bezeichnungen einen Tropfen des entsprechenden Testserums Anti-A, Anti-B und Anti-A+B auf. Beschriften Sie einen weiteren Objektträger für die Bestimmung des Rhesusfaktors mit den Namenssymbolen der Spender und tropfen Sie Anti-Rhesus-Testserum (Anti-D) auf.

Desinfizieren Sie eine Fingerbeere sorgfältig mit Watte und Alkohol oder Äther und sorgen Sie dann für gute Blutfüllung, indem Sie Ihre Hand mehrmals ausschleudern. Stechen Sie mit der Spitze einer sterilen Einmalklinge ruckartig in die Fingerbeere (kleiner Finger, mit Schwung etwas seitlich einstechen).

Aus dem hervorquellenden Blutropfen nehmen Sie mit der Ecke eines sauberen Deckglases eine kleine Blutprobe (maximal 1/3 des Volumens der Testserum-Tropfen) ab und vermischen Sie diese Probe durch leichtes Rühren mit dem Testserum Anti-A. Nehmen Sie jeweils mit einer neuen Ecke des gleichen Deckglases (die Testsera dürfen keinesfalls verschleppt und miteinander vermischt werden) eine weitere Blutprobe ab, und mischen Sie diese zu den Testserumtropfen Anti-A+B, Anti-B und Anti-D. Arbeiten Sie schnell, um Gerinnungserscheinungen zu vermeiden.

Betrachten Sie den Objektträger für den ABO-Test gegen einen hellen Untergrund. Schütteln und beklopfen Sie den Objektträger, wenn danach kein deutlicher Effekt sichtbar ist, rühren Sie die einzelnen Proben mit einer frischen Kante eines neuen Deckglases. Agglutinationen werden dadurch stärker, reines, durchsichtiges Serum bleibt übrig. Scheinbare Agglutinationen werden dabei wieder zerrührt und der Tropfen erscheint als milchig-trübe Suspension. Achten Sie auch hierbei darauf, nichts von den Testsera zu verschleppen. Die endgültige Ablesung sollte frühestens nach zwei Minuten erfolgen, damit schwache Agglutinationen nicht übersehen werden. Die Fähigkeit der Anti-D-Antikörper die roten Blutkörperchen (durch Vernetzung) zu agglutinieren, ist deutlich schwächer als bei Anti-A oder Anti-B-Antikörpern.

Fehlerhinweis

Mischt man zuviel Blut mit zu wenig Serum, so gibt es keine deutliche Agglutination (warum?), ebensowenig, wenn der Blutropfen bereits halb eingetrocknet ist. Bei Verwendung von Nativblut aus der Fingerbeere dürfen Gerinnungserscheinungen nicht mit einer Agglutination verwechselt werden.

5. Auswertung und Protokoll

1. Geben Sie Ihre eigene Blutgruppe an, beschreiben Sie dabei auch eventuell auftretende Schwierigkeiten beim Auswerten des Versuches.
2. Berechnen Sie nach Ende des Kurses die prozentuale Verteilung der Blutgruppen aller Kursteilnehmer und vergleichen Sie die ermittelten Werte mit der Literatur (Schmidt/Thews).
3. Vergessen Sie nicht die Diskussion Ihrer Versuchsergebnisse und die Literaturangaben.

6. Übungsfragen

1. Diskutieren Sie die Theorie des Drei-Sera-Tests.
2. Könnte man das Testserum Anti-A+B weglassen? Welche Konsequenzen hätte das für die Aussagefähigkeit des Tests?
3. Wann entwickelt eine schwangere Rh-negative Mutter mit einem Rh-positiven Kind Anti - Rh-Agglutinine?
4. Welche Gefahren drohen dem ersten/zweiten Rh-positiven Kind einer Rh-negativen Mutter? Welche Schutzmaßnahmen werden heutzutage angewendet?
5. Warum sind die Agglutinationen nur dann eindeutig, wenn das Testserum, in das die Erythrozyten gebracht werden, im Überschuß vorhanden ist?
6. Worin liegen die Hauptunterschiede im Blutgruppensystem und Rhesus-System?
7. Wie vererben sich die Blutgruppen im ABO-System und wie die Rhesusfaktoren?

BK2: Osmotische Resistenz von Erythrozyten

1. Versuchsziel

Qualitative Beobachtung der osmotischen Eigenschaften der Erythrozyten und Bestimmung der osmotischen Resistenzbreite

2. Voraussetzungen

a1) Osmose:

Osmose ist die Diffusion des Lösungsmittels durch eine semipermeable Membran. Antrieb dafür ist ein Konzentrationsgradient.

a2) Osmotische Eigenschaften von Erythrozyten:

Erythrozyten besitzen osmotische Eigenschaften, die wir in diesem Versuchsteil näher untersuchen wollen. Im Innern der Erythrozyten liegt eine höhere Eiweißkonzentration als im Blutplasma vor. Diese hier herrschende osmotische Wirkung wird insoweit kompensiert, daß ein geringer, eben für den normalen Turgor des Erythrozyten ausreichender Überdruck im Inneren bestehen bleibt (Na und K werden aktiv durch die Membran transportiert). Bei Überführung der Erythrozyten in Wasser kommt es zu einer osmotischen Hämolyse, Wasser strömt in die roten Blutkörperchen, die Erythrozyten platzen (als Minimalresistenz wird die geringste NaCl-Konzentration, bei der noch intakte Zellen vorhanden sind, bezeichnet; als Maximalresistenz die höchste Konzentration, bei der erst einige Zellen geplatzt sind). Der Zellinhalt von Erythrozyten hat eine osmotische Konzentration, die etwa der einer 0,9%igen Kochsalzlösung entspricht. Im hypertonischen Medium schrumpfen die Erythrozyten und bilden die sogenannte Stechapfelform aus.

Die Bestimmung der Widerstandsfähigkeit der Erythrozytenmembran gegenüber Veränderungen des osmotischen Drucks dient der Erkennung hämolytischer Erkrankungen. Die Hämolyse (Auflösung der roten Blutkörperchen) ist ein komplizierter Prozeß (eng mit

dem Stoffwechsel der Erythrozyten verbunden und durch zahlreiche Faktoren beeinflusst). Dennoch wird die Bestimmung der osmotischen Resistenz benutzt, um hämolytische Anämien (Mangel an Hämoglobin u. Erythrozyten) zu erkennen, da fast immer mit anderen Störungen im Stoffwechsel der roten Blutkörperchen, die zur Hämolyse führen, auch die osmotische Resistenz verändert ist. Von praktischer Bedeutung ist jener hypoosmotische Wert, bei dem etwa die Hälfte der Erythrozyten platzt. Dieser Wert soll bestimmt werden.

Unbehandeltes Blut gerinnt und ist daher als Spenderblut unbrauchbar, daher enthalten Blutkonserven einen Gerinnungsblocker (meistens Citrat, das Ca^{++} -Ionen, die Cofaktoren der Thrombokinasen, bindet).

b) Literatur

Schmidt RF, Thews G (1997) Physiologie des Menschen, Kap. 21 Funktionen des Blutes, Springer Verlag, 27. Aufl. S. 422

3. Benötigte Materialien und Geräte

Blutkonserve (Humanblut), 2 Vollpipetten (10 ml), 2% Natriumchlorid-Lösung, 10 Zentrifugen-Reagenzgläser, Pasteurpipette, Aqua dest, Zentrifuge, Plastikhandschuhe

4. Versuchsdurchführung

Bestimmung der Grenzkonzentration für die Hämolyse: Stellen Sie, ausgehend von einer 2%igen NaCl-Lösung, zehn Verdünnungen her: 0% bis 0,9% NaCl-Lösung; Endvolumen pro Reagenzglas 10ml (Geben Sie bitte Ihre Berechnungen hierzu (Tabelle!) an). Beschriften Sie die Zentrifugengläser mit den jeweiligen Konzentrationen der Kochsalzlösung.

In jedes Reagenzglas werden 3 Tropfen des mit gerinnungshemmenden Stoffen versehenen Blutes gegeben. Die Reagenzgläser werden gut geschüttelt, um den Inhalt gleichmäßig zu mischen und dann aufgestellt.

Nach ca. 5 Minuten wird der Trübungsgrad festgestellt und im Protokoll notiert. Dann werden die Gläser 5 min bei 2000 Upm zentrifugiert und wieder in den Ständer zurückgestellt. Achten Sie darauf, daß die Zentrifugationsdauer überall gleich lang ist!

In einigen Gläsern wird eine klare rote Färbung gleichmäßig über den gesamten Inhalt verteilt sein. In einigen werden Sie einen dunkelroten Bodensatz beobachten, über dem sich eine klare Lösung befindet. Andere enthalten über dem roten Bodensatz eine schwach rosa Lösung.

5. Auswertung und Protokoll

1. Beschreiben Sie sorgfältig Ihre Beobachtungen. Geben Sie an, bei welchen Verdünnungen die ersten Bodensätze auftreten und wie diese beschaffen sind (Aussehen, Farbe), bei welchen ist der Überstand über dem Bodensatz klar. Der Konzentrationsbereich zwischen dem ersten Auftreten eines Bodensatzes und dem letzten Auftreten eines noch leicht rosa gefärbten Überstandes über dem Bodensatz gibt die osmotische Resistenzbreite der Erythrozyten wieder (warum?).

2. Wie groß ist die osmotische Resistenzbreite der Erythrozyten in der NaCl-Reihe? Arbeiten Sie hier mit den Begriffen Minimal- und Maximalresistenz und vergleichen Sie ihre Werte mit denen der Literatur. Vergessen Sie nicht die Diskussion dieses Vergleichs! Rechnen Sie die Prozentangaben in Molaritäten um und geben Sie die Resistenzbreite und den Wert, bei dem die Hälfte der Erythrozyten geplatzt ist, in mol/l an!

6. Übungsfragen

1. Nach einem großen Blutverlust wird in der Medizin häufig statt der 0.9% NaCl-Lösung eine Glucose-Lösung gleicher Osmolarität für Infusionen verwendet. Errechnen Sie die Konzentration (in mmol/l und %), die eine zur Infusion verwendbare isotone (=iso-osmolare) Glucose-Lösung haben müßte. Geben Sie hierbei bitte den Rechenweg an!
2. Wodurch entsteht eine Trübung?

BK 3: Mikrozirkulation im Mesenterium der Ratte (Film)

1. Versuchsziel

Beobachtung der Mikrozirkulation im Mesenterium der narkotisierten Ratte; Darstellung der Auswirkungen a) eines hypovolämischen Schocks und b) einer Sympathicusreizung

2. Theoretische Vorbereitung

Der Film stellt die Mikrozirkulation - also den Blutfluß in Arteriolen, Kapillaren und Venolen - dar. Im letzten Drittel des Films sind zwei experimentelle Änderungen der Fließbedingungen dargestellt:

a1) Fahräus-Lindquist-Effekt:

Erythrozyten fließen im Zentralstrom, weil dort der Geschwindigkeitsgradient flacher und die Scherkräfte kleiner sind. Bei Abzweigungen in kleinere Gefäße werden daher nur wenige rote Blutkörperchen mitgeschwemmt. Daher ist die Erniedrigung der scheinbaren Viskosität des Blutes proportional zum abnehmenden Gefäßdurchmesser.

a2) Kontinuitätsbedingung:

In den Kapillaren fließt das Blut am langsamsten verglichen mit der Fließgeschwindigkeit in den Arteriolen; worauf ist das zurückzuführen?

Bei gleichbleibender Stromstärke verhält sich die Strömungsgeschwindigkeit umgekehrt proportional zum Gesamtquerschnitt der einzelnen Teilabschnitte; das heißt: in einem aus verschiedenen weiten Röhren zusammengesetzten System ist die Stromstärke unabhängig vom Querschnitt der Röhren in jedem beliebigen Querschnitt immer konstant.

a3) zu Experiment a:

Der Ratte werden rund 20 % ihres gesamten Blutvolumens entnommen und dadurch der arterielle Mitteldruck von rund 80 mmHg auf 40 mmHg gesenkt. Dieser "hypovolämische Schock" ruft reversible Durchblutungsstörungen hervor. Zum Teil kommt es zum Stillstand des Blutes, weil sich die Erythrozyten geldrollenartig aneinander lagern. Wenn das Blut wieder hinzugegeben wird ist diese Stockung jedoch reversibel und löst sich bei normalem Blutfluß wieder auf.

a4) zu Experiment b:

Die sympathische Faser, welche das Mesenterium versorgt, wird elektrisch gereizt, wobei die Reizfrequenz stufenweise erhöht wird (0-10 Hz, 10 V, 1 ms). Diese elektrische

Reizung bewirkt, daß es zu einem Verschuß der Arteriolen (warum?) und somit zu einer Verringerung des Volumenflusses kommt.

b) Literatur:

Eckert R, Randall D, Augustine G (1993) Tierphysiologie, Deutsche Übersetzung, 2. Aufl., Thieme-Verlag: Kapitel 13 Zirkulation des Blutes, spez. S. 506 - 509 oder

Schmidt RF, Thews G (1997) Physiologie des Menschen, Kap. 21 Funktionen des Blutes, Springer Verlag, 27.Aufl. S. 498 - 503

3. Benötigte Materialien und Geräte

Film, Videorecorder

4. Versuchsaufbau

Wir führen aus Gründen des Tier- und Artenschutzes keinen eigenen Versuch durch, sondern demonstrieren mit Hilfe eines Films die Mikrozirkulation des Rattenmesenteriums. Es handelt sich um Ausschnitte aus Videoaufzeichnungen von In-vivo-Experimenten der Abteilung Physiologie des Klinikums der RWTH Aachen.

Der Dünndarm der mit Halothan narkotisierten Ratte wurde durch einen kleinen Bauchschnitt vorgelagert und das zwischen den Darmschlingen liegende glasklare Häutchen (Mesenterium) dadurch ausgespannt. Es konnte nun im Durchlicht mikroskopiert werden, das mikroskopische Bild konnte mit Video-TV-System auf einem Monitor dargestellt und auf Band aufgezeichnet werden (Vergrößerung zwischen 600 und 1400x auf dem Monitor).

Der mikroskopierte Sektor des Mesenteriums - eine Fläche von ca. 20-80 mm² - enthielt feine Netzwerke von Mikroblutgefäßen mit Innendurchmessern von 3.5 µm (dünnste Kapillaren) bis zu 80 µm (größte Venolen). Da bei der Präparation lediglich eine Vorlagerung des Darmes vorgenommen wurde, erfolgte die Blutversorgung des Mesenteriums ganz normal durch den Kreislauf der Ratte. Das Mesenterium wurde durch eine auf 37 °C erwärmte und auf pH 7.4 gepufferte Ringerlösung feucht gehalten. Die Ratte überlebte diesen Versuch!

Die dargestellten Vorgänge werden durch den Versuchsleiter erläutert.

5. Auswertung und Protokoll

1. Geben Sie Unterschiede zwischen Arterien und Venen an!
2. Beschreiben Sie den Aufbau des Netzwerks und skizzieren Sie einen Übergang von einer Hauptarteriole zu kleineren Arteriolen, präkapillaren Arteriolen, Kapillaren, postkapillaren Venolen, größeren Venolen bis zur Hauptvenole. Die Skizze soll eine einfache Umrißzeichnung sein, die einen kleinen Ausschnitt des Verzweigungssystems möglichst korrekt wiedergibt. Angabe über Richtung und Größe der Strömungsgeschwindigkeit sollten durch verschiedenen lange Pfeile eingetragen werden.
3. Protokollieren Sie Ihre Beobachtungen über Formänderungen und gegenseitige Lage der Blutkörperchen sowie ihre Lage in der Strömung (Randstrom/Achsenstrom).
4. Beobachten Sie die Verformbarkeit der Erythrozyten in Röhren mit engem Lumen (Kapillare, Glasröhre).
5. Beobachten Sie die Strömung an Engstellen und diskutieren Sie die Kontinuitätsbedingung und seine Auswirkung auf die Fließgeschwindigkeit in den Kapillaren!
6. Beschreiben Sie die Auswirkung einer elektrischen Sympathicusreizung.

7. Welchen physiologischen Vorteil haben die Kontinuitätsbedingung und der Fahraeus-Effekt?

BK4: Blutdruckmessung beim Menschen (mit u. ohne Kreislaufbelastung)

1. Versuchsziel

Messung des diastolischen und systolischen Blutdrucks in Ruhe und nach Kreislaufbelastung beim Menschen

2. Theoretische Vorbereitung

a1) Meßprinzip:

Von außen erfolgt die Messung des Blutdruckes am einfachsten durch eine Kompensationsmethode (nach Riva-Rocci). Hierbei wird bevorzugt die Arterie im linken Oberarm mit einem von außen angelegten Druck solange komprimiert, bis der angelegte Außendruck (Manschettendruck) den Gefäßdruck übersteigt und die Arterie kollabiert. Das Meßgerät besteht aus einer aufblasbaren Gummimanschette mit einer nicht dehnbaren Stoffauflage an ihrer Außenseite. Mit Hilfe eines Gummiballons als Pumpe und einem Nadelventil können Druckänderungen in der Manschette vorgenommen und an einem seitenständigen angeschlossenen Quecksilber- oder Membranmanometer abgelesen werden.

a2) Korotkow-Geräusche:

Die Korotkow-Geräusche beruhen auf einer turbulenten Strömung infolge der erhöhten Fließgeschwindigkeit in der eingeeengten A. brachialis. Bei Manschettendruck etwas unterhalb des systolischen Druckes liegt nur im Maximum der Systole eine kurze turbulente Strömung vor. Nimmt der Manschettendruck weiter ab, so verlängert sich die Dauer der turbulenten Strömung über die Dauer der Systole. Bei Erreichen des diastolischen Wertes geht die turbulente Strömung infolge der nur noch geringfügigen Einengung der Arterie zunehmend wieder in die normale laminare Strömung über. Diese ist geräuschlos.

b) Literatur

Schmidt RF, Thews G (1997) Physiologie des Menschen, Kap. 21 Funktionen des Blutes, Springer Verlag, 27.Aufl. S. 557-558

Eckert R, Randall D, Augustine G (1993) Tierphysiologie, Deutsche Übersetzung, 2. Aufl., Thieme-Verlag: Kapitel 13 Zirkulation des Blutes, spez. S. 513-521

3. Benötigte Materialien und Geräte

Blutdruckmeßgerät, Stethoskop

4. Versuchsdurchführung

Bei der auskultatorischen/akustischen Methode (nach Riva-Rocci und Korotkow) werden der systolische und der diastolische Druck durch charakteristische Geräuschphänomene bestimmt, die man mit dem Stethoskop distal von der Manschette über der Arteria brachialis in der Ellenbeuge fortlaufend abgehört. Zur Messung des Blutdrucks wird der Manschettendruck schnell auf Werte gebracht, die über dem zu erwartenden systolischen Blutdruck liegen (150-200 mmHg). Die Arteria brachialis wird dadurch

vollständig komprimiert und der Blutstrom unterbrochen. Anschließend senkt man den Manschettendruck langsam durch Öffnen des Ventils. In dem Augenblick, in dem der systolische Druck unterschritten wird, hört man bei jedem Puls ein kurzes scharfes Geräusch (Korotkow-Geräusch), das durch den Einstrom von Blut bei vorübergehender Aufhebung der Gefäßkompression während des Blutdruckgipfels verursacht wird (vgl. Abbildung 1).

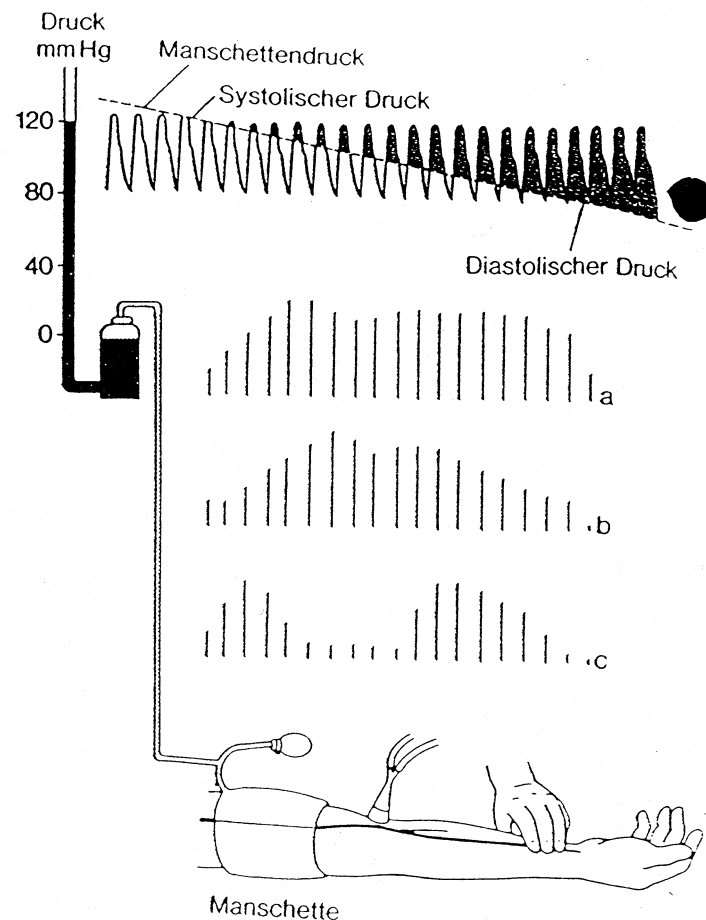


Abb. 1: Messung des Blutdrucks am Menschen nach dem Prinzip von RIVA-ROCCI. Schematische Darstellung der Korotkow-Geräusche bei der auskultatorischen Methode

Senkt man den Manschettendruck weiter ab, dann werden die Geräusche zunächst lauter und bleiben danach entweder auf einem konstanten Niveau (s. Abb. Teil a) oder werden wieder etwas leiser (Teil b). In einigen Fällen tritt nach anfänglicher Zunahme der Lautstärke eine vorübergehende Abnahme (sog. auskultatorische Lücke; Teil c), mit anschließender erneuter Zunahme auf. Der diastolische Druck wird erreicht, wenn bei weiterem Abnehmen des Manschettendrucks die Geräusche plötzlich dumpfer und schnell leiser werden. Senken Sie den Manschettendruck langsam, der diastolische Druck ist nicht leicht zu messen!

Der systolische und diastolische Blutdruck aller Teilnehmer ist nach der auskultatorischen Methode zu bestimmen. Die Messungen erfolgen am linken Oberarm der ausgeruhten, sitzenden Versuchsperson. Der Arm wird dabei ausgestreckt so auf einen Tisch gelegt, daß die Manschette in Herzhöhe um den Arm gelegt werden kann.

Anschließend werden diese Messungen im Stehen und nach Belastung des Kreislaufes (2min und 5min Fahrradfahren) wiederholt.

Fehlerhinweis

Häufig wird die Manschette an falscher Stelle oder unsachgemäß angelegt. Einwandfreie Ergebnisse setzen voraus, daß die Manschette in Herzhöhe liegt, um hydrostatische Einflüsse auf die gemessenen Werte zu vermeiden. Weiterhin werden die Messungen von der Größe der angelegten Manschette beeinflusst (relativ zu schmale Manschetten erfordern zur Kompression der Arterie höhere Drucke und ergeben daher zu hohe Werte und umgekehrt). Die Standardbreite der Manschette beträgt 12 cm für den Erwachsenen. Respiratorische Schwankungen sind zu berücksichtigen. Weiterhin ist es wichtig, daß nicht mehrmals hintereinander die Manschette mit Luft gefüllt und wieder entleert wird, da dies zu einer künstlichen Erhöhung des Blutdruckes führt.

5. Auswertung und Protokoll

a) Stellen Sie eine Tabelle mit folgenden Eintragungen auf:

Versuchsperson	1	2	3	4
(Name)			
(Name)			
(Name)			

etc.

Es bedeuten: systol./diastol. Blutdruck, auskultatorisch gemessen

- 1 im Sitzen
- 2 im Stehen
- 3 2min Fahrradfahren
- 4 5min Fahrradfahren

b) Beschreiben Sie die wichtigsten Regelmechanismen, die nach Belastung zu einer Erhöhung des Blutdrucks führen.

c) Beziehen Sie ihre Ergebnisse in die Diskussion der Regelmechanismen mit ein!

7. Übungsfragen

1. Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen laminarer und turbulenter Strömung!
2. Was ist systolischer, was diastolischer Druck?
3. Beschreiben Sie die Blutdruckmessung und stellen Sie die Unterschiede in den Meßergebnissen bei verschiedener Belastung dar!