

Kurs 4: Medizin – Blut und Kreislaufsystem: Schutz und Ernährung unseres Körpers



Einleitung

ALEXANDRA SCHANZ

Im wahrsten Sinne mit „Herz und Verstand“ setzte sich unser Medizinkurs mit dem Thema „Schutz und Ernährung unseres Körpers“ auseinander. Bereits am Eröffnungswochenende wurden wir von unseren Kursleitern in wichtige Details wie dem Aufbau des Herzens und der Blutgefäße eingewiesen. Der gelungene Nachbau des Herzkreislaufsystems mithilfe von Pumpen aus Herz-Lungen-Maschinen ließ die Vorfreude und Neugier auf die Sommerakademie noch wachsen. Um den komplexen Sachverhalten besser gerecht zu werden, bildeten wir Expertengruppen, die sich mit den Themen Blutzellen, Blutplasma, Blutdruck und Lunge beschäftigten. Während der Sommerakademie war immer wieder das Wissen der einzelnen

Gruppen gefragt, und wir unterstützen uns gegenseitig.

Mit Spannung und Ungeduld erwartet wurde unsere Exkursion zum Heidelberger Uniklinikum, wo wir den Chirurgen bei einigen Herzoperationen über die Schulter schauen durften.

Charakterisierung der Leiter und Teilnehmer

ALLE ZUSAMMEN

Jana Brüßler Es gibt nichts, das sie nicht weiß – das ist jedenfalls unsere Meinung. Durch ihre organisierte Ader kam unser Akademiekreislauf gut ins Fließen. Sie sorgte sich sehr um den Schlaf ihrer Kursteilnehmerinnen, was der Grund für unsere frühmorgendliche Motivation war. Durch ihren Überblick auf

die kommenden Aufgaben konnte sie uns immer zum richtigen Zeitpunkt wieder zu unserem eigentlichen Kursthema zurückführen, auch wenn wir ausnahmsweise einmal nicht ganz bei der Sache waren. Falls mal eine starke Hand benötigt wurde, war Jana stets zur Stelle und half uns, die schweren Pumpen zu tragen. Ihre kreative Seite lebte sie in der Küche aus, wenn sie mit uns Pralinen für unsere Exkursion machte.

Maria Solovey Trotz langer Abschweifungen kam sie immer wieder zum Thema zurück und wir wussten danach immer mehr als zuvor. Sie teilte ihr Wissen sehr großzügig mit uns. Die drei Stunden Theorie am ersten Abend des Eröffnungswochenendes waren nur ein kleiner Teil ihrer lehrreichen Theoriestunden, die uns gut auf unser mögliches Medizinstudium vorbereiteten. Dies lag zum Teil auch daran, dass sie immer mal wieder vergaß, dass wir alle noch zur Schule gehen: „Hattet ihr das im Studium schon?“ Auch wenn sie für die eineinhalb Jahre, die sie erst in Deutschland lebt, sehr gut Deutsch spricht, kam es ab und zu zu witzigen Verwechslungen, vor allem bei den T-Killerzellen.

Durch ihre gute Laune und ihr großes Tanztalent brachte sie immer Abwechslung in unseren Kursalltag.

Jonathan Walter Seit dem Sporttag ist er sicher ganz stolz auf uns, da wir sein Trauma des Sporttages durch unseren hervorragenden zweiten Platz (zwei Punkte Abstand zum ersten Platz) beendeten (sein Genetik-Kurs wurde vor zwei Jahren letzter). Er sorgte dafür, dass keiner von uns an Unterernährung starb, denn er versorgte uns regelmäßig mit Süßigkeiten. Allerdings trug er keine bleibenden Schäden davon, da er die zusätzlichen Kalorien durch seinen regelmäßigen Weg zum AL-Büro und wieder zurück abtrainierte. Allerdings hat er deshalb immer unsere Schokoladenseite fotografiert, da er uns immer in den ungünstigsten Augenblicken ablichtete, vor allem beim Essen. Seine Theorieeinheiten blieben immer beim eigentlichen Thema und waren sehr übersichtlich gestaltet.

Rebekka Angenendt Sie war Expertin für osmotischen Druck, obwohl es dafür eigentlich gar keine Expertengruppe gab. Der Kurs bestätigte sie, später Medizin zu studieren, weshalb sie auch gerne ihr Wissen über Facebook teilt, da sie regelmäßig online ist. Durch ihren Karlsruher Slang hörte man sie schon aus weiter Entfernung und auf Bildern wurde sie auch sofort erkannt, was hauptsächlich an ihrem typischen Rebekka-Blick lag. Auch ihre Lieblingstiere, die Diabetikermäuse, nahmen an unserem Kursgeschehen des öfteren teil. Durch ihre Teilnahme an der Theater-KüA konnte sie uns in stressigen Zeiten durch ihren typischen Spruch: „Jill/Chill, die Polizei hat angerufen!“ immer wieder beruhigen.

Alexander Fuhrmann In einem stillen Moment sammelt er seine Kräfte und dann, wie aus dem Nichts ... TORNADO-KICK! Seine Kung-Fu-Panda-Superkräfte brachten immer wieder Power in unseren Kursalltag. Auch die anderen Akademieteilnehmer/-innen konnten in den Genuss seiner morgendlichen Fitness-KüA kommen. Seine Power steckte er auch in die Werbung für Waffelröllchen, damit auch die anderen Kursteilnehmer von seiner Energie angesteckt werden. Er setzte sich sehr für die Demokratie in unserem Kurs ein: „Stimmen wir ab, ob wir abstimmen!“ und die Expertengruppen lagen ihm sehr am Herzen.

Lea Gottschalk Motiviert, organisiert, engagiert oder kurz: THE BOSS. Lea nahm im Kurs alle organisatorischen Dinge in die Hand, um den anderen Teilnehmern den Akademiealltag zu erleichtern. Dafür stand ihr ihr bester Freund Laptop TOSHI BA stets zur Seite, ohne den sie kaum anzutreffen war. Ein leises Tippen durchbrach so gewöhnlicher Weise die stille Konzentration und man wusste sofort: Miss Perfect besiegte mal wieder das Chaos im Kurs. Auch ihre kraftvolle Stimme war überall zu hören. Wenn sie nicht gerade am Lagerfeuer sang, überzeugte sie mit ihrer Löwenstimme sowohl im Chor als auch in der Akademieband Diversion. So war sie überall unter dem Namen „die Königin der Löwen“ bekannt.

Jan Hofmann „So, Leute: wir erzählen euch jetzt mal was über Jan Hof(ff)mann!“ So oder so ähnlich hätte Jan jetzt diesen Text begonnen – natürlich auf Schwäbisch! Er war der unbesiegbare Teetrinker. Deshalb gewann er auch das Teebattle gegen Simon. Durch seine diversen sportlichen Betätigungen wurde er auch THE MACHINE genannt. Auch der kursbekannte übermäßige Süßigkeitenkonsum konnte dadurch ausgeglichen werden. Seine Stimmungsschwankungen hatten große Auswirkungen auf die allgemeine Technik: „LAAAAAAAAANGWEILIG – BÄÄÄM!“ (der Notausschalter wurde als Langweilig-Buzzer missbraucht). Durch qualifizierte Zustimmung brachte er den Kurs weiter: „JA, JA, JA, . . . JA!“ Aber natürlich war er trotzdem immer konzentriert bei der Arbeit.

Alexander Huber Unser jüngster Teilnehmer startete schon beim Eröffnungswochenende auf Wolke 1, denn er testete als Erster das neu entwickelte Wolken-Lern-Prinzip. Durch seine ordentliche und organisierte Art konnte er trotz einem Jahr weniger Schule sein gesamtes Wissen im Kurs einbringen. Auch in seinen Präsentationen glänzte er mit einer ansteckenden Bewegungsfreiheit, auch Wackel-Dackel-Syndrom genannt. Sein großer Ehrgeiz führte dazu, dass auch seine Präsentationen perfekt sein mussten, weshalb es während der Proben der Präsentation in gehäufte Weise zu Gefühlskundgebungen kam.

Robin Jeck Robin, der Boss der Quizrunden, motivierte uns stets mit seinem stillen Grinsen. Er stimmte uns immer zu und selbst wenn wir mit Fragen zu ihm kamen gab er uns immer das Gefühl richtig zu liegen. Als geprüfter Bärenzähler hatte er die Fähigkeit, selbst in stressigen Situationen stets die Ruhe zu bewahren. Wir, die ihn darum beneideten, konnten dies nur wie folgt kommentieren: „LIKE A BOSS MAN!“

Elisabeth Lesch Durch ihr breites Fachwissen konnte sie mit hochqualifizierten Beiträgen den Kurs weiterbringen. Ihre Lernmotivation zeigt sich darin, dass sie während der Schule noch Anglistik studiert. Selbst beim

Sportfest zeigte sich ihre große Motivation, als sie unkontrolliert mit Gummistiefeln um sich warf und tatkräftig mithilfe den Physikkurs beim Autoziehen zu schlagen. Auch bei der berühmt-berüchtigten Bärenzähler-Sekte war sie ganz vorne mit dabei und hatte dadurch die große Aufgabe das Geheimnis zu bewahren.

Simon Oesterle Simon konnte sein Wissen immer wieder in den Kurs „einspeisen“. Er war das Gegenteil von Jan, dem Ja-Sager (obwohl er sich am Teebattle leidenschaftlich beteiligte), konnte dadurch allerdings größere Fehler in den Präsentationen vermeiden. Im Stress der Präsentationsvorbereitungen passierten auch ihm kleinere Fehler, die zur allgemeinen Erheiterung führten: „B-Lymphozyten produzieren Erreger!“ (normalerweise wehren sie Erreger ab, allerdings produzierten sie an diesem Tag ausnahmsweise Erreger).

Alexandra Schanz Unsere Blutpuffer- und PowerPoint-Spezialistin war immer fleißig am Arbeiten und gilt als Erfinderin des Wortes ROSINIERT: „Irgendwie sehen die Erythrozyten . . . äähm . . . ROSINIERT aus?“ In naher Zukunft wird sie für dieses Wort sicherlich ein Patent erwerben und sich dafür einsetzen, es im Duden abzudrucken. Auch wenn die Präsentationen sie außer Atem brachten, konnte sie durch ihre spezielle Atemtechnik immer wieder neue Kraft schöpfen, um das ganze professionell zu beenden.

Anna-Celina Schmid Ihr Lebensraum ist: der Sportplatz. Trotzdem nahm sie sich auch ab und zu Zeit, im Kursraum zu erscheinen, was aber hauptsächlich an der guten Aussicht auf die Sportanlagen lag. Wenn sie nicht gerade an der Sport-KüA teilnahm, trainierte sie ihre Ausdauer. Diese Ausdauer kam immer wieder im Kurs zum Ausdruck, indem sie kontinuierlich ihre gute Laune kundtat. Im Kurs war sie stets „auf Zack“ und brachte sich mit guten Argumenten in die alltäglichen Diskussionen ein.

Melanie Sturm ÄÄÄÄHHHHMM – gefühlte zweihundert Mal benutzte sie dieses Wort in ihrer Präsentation und betonte dieses

auch noch überdeutlich. Sie trieb uns mit ihrer positiv-dominanten Art voran und zweckentfremdete ihr Namensschild dauerhaft. Des Weiteren war sie die Initiatorin für unseren HUA-Motivationspruch, welchen wir regelmäßig beim Sporttag kundtaten. Diese große Menge an Energie, die für diesen Spruch nötig war, sammelte sie beim Schnitzeessen. Ihr herzliches Lachen steckte uns an und brachte viel gute Laune in unseren Kursalltag.

Sarina Weiß Sarina reagierte sehr sensibel auf Luftumschwünge in Operationssälen. Alle anderen Kursmitglieder hielten Ausschau nach ihr, letztendlich fanden wir sie eine Etage tiefer in Bodennähe. Ihr positiver Einfluss spiegelte sich in unserem Arbeitsverhalten wieder und langwierige Lachanfänge konnten selbst bei der Essensaufnahme nicht beendet werden. Auch ihr riesiger Ritter-Sport-Vorrat von ihrem „DÄÄÄ-DÄÄÄ“ (für Normalsterbliche: Patenkel) konnte ihre Lachanfänge nicht beeinflussen.

Aufbau des Herzens

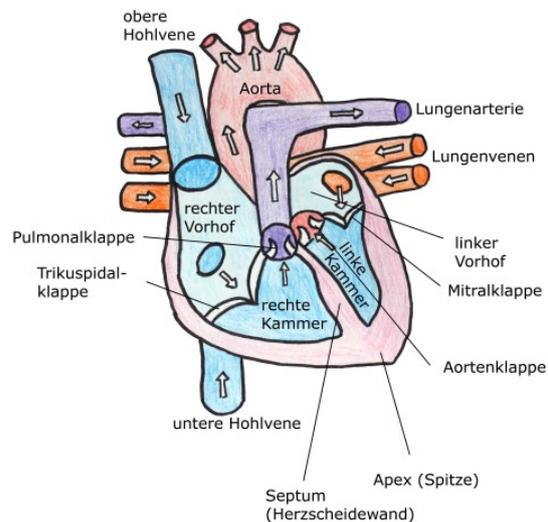
ROBIN JECK

Das Herz pumpt Sauerstoff und Nährstoffe durch den gesamten Körper. Fünf bis sechs Liter in der Minute, das entspricht 8000 Liter am Tag und das alles von einem Organ, das durchschnittlich nur 300 Gramm wiegt. Dabei wird das Blut sowohl durch den Lungen- als auch den Körperkreislauf gepumpt, wozu das Herz in zwei Hälften unterteilt ist, eine linke und eine rechte.

Die linke Herzhälfte, in der Grafik rechts, hat die Aufgabe, den Körperkreislauf zu versorgen, während die rechte Hälfte das Blut in den Lungenkreislauf pumpt. Jede Hälfte ist in einen Vorhof und eine Kammer geteilt. Das durch die Venen ins Herz einströmende Blut gelangt zunächst in die Vorhöfe. Von dort fließt es weiter in die darauffolgende Herzkammer und in die davon ausgehenden Arterien. Vorhöfe, Kammern und Arterien sind durch die Herzklappen voneinander getrennt, welche einen Rückstrom des Blutes verhindern.

Das Herz selbst ist in verschiedenen Schichten aufgebaut:

Um das Herz herum liegt ein schützendes Gewebe, der Herzbeutel (Perikard), welcher das ganze Organ umgibt. Die äußerste Schicht des Herzens selbst ist das Epikard. Darunter befindet sich eine Fettschicht, in der die Herzkranzgefäße liegen. Diese, auch Koronargefäße genannt, versorgen den Herzmuskel mit Blut, sodass er arbeiten kann. Unter dem Epikard liegt der eigentliche Herzmuskel, das Myokard. Nach innen werden die Kammern und Vorhöfe des Herzens vom Endokard ausgekleidet, zu dem auch die Herzklappen gehören.



Aufbau des Blutkreislaufsystems

JAN HOFMANN

Der Blutkreislauf besteht aus zwei unterschiedlichen Kreisläufen, dem Lungenkreislauf (kleiner Kreislauf) und dem Körperkreislauf (großer Kreislauf). Beim *Lungenkreislauf* wird von der rechten Herzhälfte das sauerstoffarme Blut in die Lungenarterie gepumpt. Die Aufgabe der Lunge ist nun, das sauerstoffarme Blut, das nur noch 17% Sauerstoff besitzt, und dessen Kohlenstoffdioxidgehalt von 0,03% auf 4% angestiegen ist, mit dem Sauerstoff aus der Luft anzureichern, welche eine Sauerstoffkonzentration von 21% hat. Die Wände der Alveolen (Lungenbläschen) sind hauchdünn, deshalb können die Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxid-Mo-

leküle hindurchdiffundieren. Die gesamte Oberfläche der 300 Millionen Alveolen beträgt 80 bis 120 m². Der Antrieb für den Gasaustausch ist der Konzentrationsunterschied der Atemgase zwischen Alveolen und Blut. Zum Ausgleich dieser Konzentration wandern Teilchen von der hohen Konzentration zur niedrigen, diesen Vorgang bezeichnet man auch als Diffusion. Sauerstoffmoleküle treten deshalb aus den Alveolen in das Blut über. Das Gleiche passiert auch mit dem Kohlenstoffdioxid, das vom Blut in die Alveolen gelangt und anschließend ausgeatmet wird.

Das sauerstoffreiche Blut gelangt über die Lungenvene zurück in die linke Herzhälfte, und von dort aus wird es in den *Körperkreislauf* (großer Kreislauf) gepumpt. Das sauerstoffreiche Blut gelangt über die Aorta in die Arterien, Arteriolen und Kapillargefäße (Haargefäße), dies sind immer dünner werdende Gefäße. In den Kapillargefäßen findet daraufhin wieder der Gasaustausch statt, was bedeutet, dass das Blut den Sauerstoff abgibt und das Kohlenstoffdioxid des Gewebes aufnimmt, dieses sauerstoffarme Blut fließt nun wieder über die Venolen und Venen zurück zum Herzen.

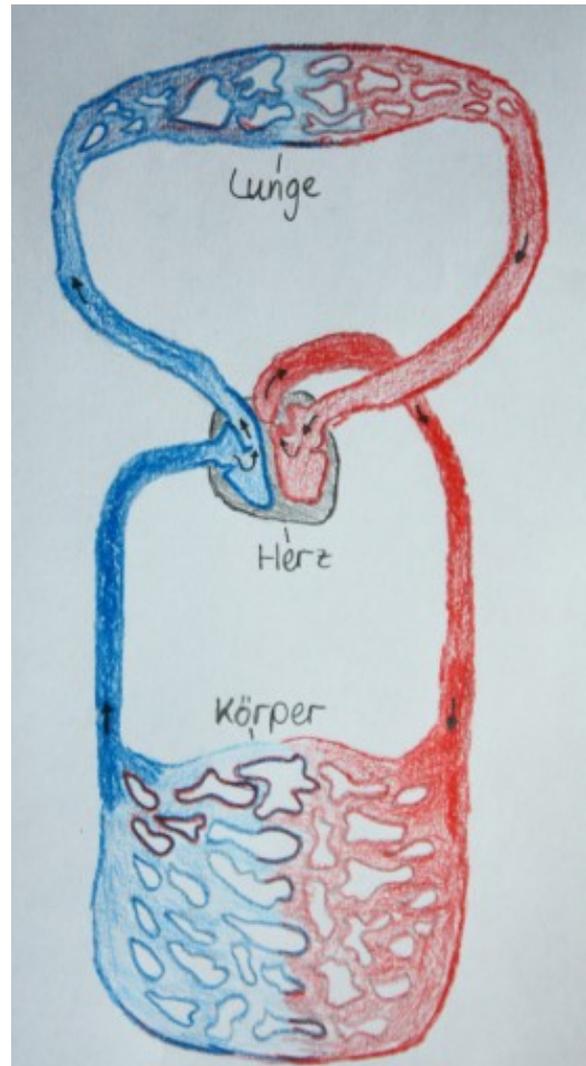
Aufbau der Blutgefäße

REBEKKA ANGENENDT

Es gibt zwei Arten von Blutgefäßen, die arteriellen Gefäße und die venösen Gefäße. Jedes Blutgefäß hat drei Schichten die unterschiedlich stark ausgeprägt sind.

Die *Tunica Intima* ist die innerste Schicht einer Blutgefäßwand und hat direkten Kontakt zum Blut. Dort befindet sich eine einfache Schicht aus Endothelzellen, die als erstes mit Substanzen zur Dilatation (Ausdehnung) und Konstriktion (Zusammenziehen) des Gefäßes in Kontakt kommen. Diese Endothelzellen sind durch eine dünne Membran aus Proteinen, der Basallamina, vom Bindegewebe der Tunica Intima getrennt. Die Tunica Intima der Venen besitzt so genannte Venenklappen, damit das Blut nicht wieder nach unten zurückfließt. Diese öffnen und schließen sich in regelmäßigen Abschnitten

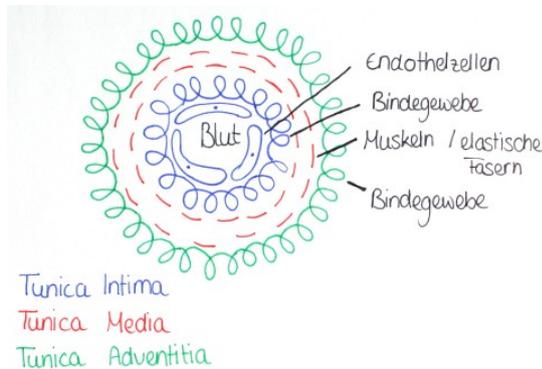
Die *Tunica Media* ist die mittlere Schicht der Blutgefäßwand. Sie besteht hauptsächlich aus



elastischen Fasern, sowie glatter Muskulatur (Muskulatur, welche Organe steuert und nicht bewusst einsetzbar ist). Vor allem bei den (muskulären) Arterien ist diese Schicht stark ausgeprägt, da sie die Aufgabe hat, den Blutdruck zu regulieren. In den Gefäßwänden der Venen, sind die Muskelfasern kaum vorhanden. So können sie die Pumpleistung, die benötigt wird um das Blut aus den Gliedmaßen wieder ins Herz zu befördern, nicht alleine leisten. Durch Bewegungen der umliegenden Skelettmuskulatur und der Arterien werden die Venen zusammengedrückt.

Die äußerste Schicht wird *Tunica Adventitia* genannt. Ihr Hauptbestandteil ist lockeres Bindegewebe, welches zur Verankerung mit der Umgebung dient. Größere Blutgefäße enthalten in dieser Schicht auch feine Blutgefäße zur Versorgung der Gefäßwand. Kleinere Gefäße

können durch das im Inneren fließende Blut versorgt werden.



Modell des Blutkreislaufsystems

ALEXANDER FUHRMANN

Zur besseren Veranschaulichung hatten wir die Aufgabe, ein Modell zu konstruieren, das den Blutkreislauf des Menschen darstellte. Dieses haben wir speziell für die Zuschauer angefertigt, damit unsere Präsentation über den Blutkreislauf verständlich ist.

Wir bekamen für die Erstellung des Modells besondere Schläuche, zwei Pumpen und ein Gerät, das Luft pumpen konnte. Aus diesen Materialien sollten wir ein Modell entwickeln, das wie das menschliche Blutkreislaufsystem arbeiten sollte. Die Pumpen benutzten wir jeweils als rechte und linke Herzhälfte, das Blut war bei uns rotgefärbtes Wasser und die Schläuche simulierten die Blutgefäße. Wir haben die Schläuche so zusammengesteckt, dass sie von der einen Pumpe, in dem Fall der rechten Herzhälfte, in die andere Pumpe, in dem Fall linke Herzhälfte, führten. An dem Schlauch, der zur zweiten Pumpe führte, haben wir das Gerät angeschlossen, das die Lunge simulieren sollte und Luftbläschen im Wasser erzeugte. So konnten wir zeigen, dass sauerstoffarmes Blut in die Lunge gepumpt, dort mit Sauerstoff angereichert wird und sauerstoffreich in die linke Herzhälfte fließt.

Danach haben wir weitere Schläuche zusammengesteckt, die aus der zweiten Pumpe in einen Behälter voll Wasser führten. Mit diesem Behälter simulierten wir einen Gasaustausch. Dort floss das Wasser mit den Bläschen hinein

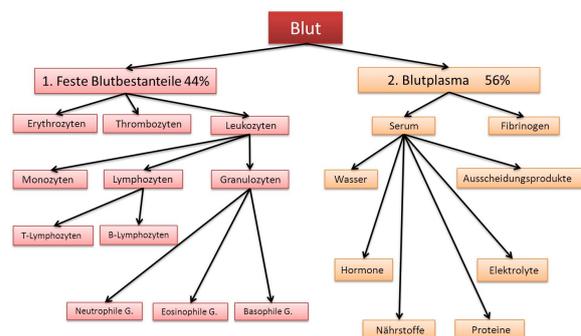
und ein anderer Schlauch saugte es dann ohne diese Bläschen wieder auf. So stellten wir sauerstoffarmes Blut dar. Der Schlauch ohne Luftbläschen war an ein Blutdruckmessgerät angeschlossen und führte dann wieder in die erste Pumpe zurück. Mit diesem Modell konnten wir bei der Präsentation den Zuschauern ein ungefähres Bild des Blutkreislaufes vermitteln. Die Schläuche und die ausrangierten Pumpen aus Herz-Lungen-Maschinen wurden uns freundlicherweise von der Universitätsklinik in Heidelberg zur Verfügung gestellt. Mit ihrer Unterstützung gelang es uns, ein recht anschauliches Modell zu konstruieren. Dadurch wurde unsere Präsentation viel deutlicher gestaltet.

Ein ähnliches Verfahren wird auch bei Operationen angewandt. Es wird benutzt, um ein Herz während einer Herzoperation für kurze Zeit ersetzen zu können.

Das Blut

ELISABETH LESCH, ALEXANDRA SCHANZ

Im Blutkreislauf eines Menschen zirkulieren 4–6 Liter Blut, die 7–8 % des gesamten Körpergewichts ausmachen. Wie wichtig das Blut für den Körper ist, sieht man beispielsweise bei hohem Blutverlust: Die Organe versagen wegen der Mangelversorgung bereits beim Verlust der Hälfte des Blutes. Auf der Graphik sind alle Blutbestandteile übersichtlich dargestellt.



Eine Aufgabe des Blutes ist der Transport von Nährstoffen, Stoffwechselendprodukten (wie zum Beispiel Harnstoff und CO₂) und regulatorischen Substanzen wie zum Beispiel den Hormonen. Das Blut regelt außerdem über verschiedene Regelkreise die Körpertemperatur,

den Blutdruck, den Wasser- und Elektrolyt-haushalt, die Immunabwehr und es hält den pH-Wert durch Puffersysteme konstant. Mit bloßem Auge (makroskopisch) unterscheidet man sauerstoffreiches Blut, das hellrot erscheint, und sauerstoffarmes Blut, das dunkelrot aussieht. Das Blut stellt ein flüssiges Gewebe dar, das bedeutet, es ist ein Gewebe, in dem die Zellen in der Flüssigkeit schwimmen. Es besteht zu 44 % aus festen, zellulären Bestandteilen und zu 56 % aus dem flüssigen Blutplasma.

Alle *zellulären Bestandteile* des Blutes werden im roten Knochenmark aus Stammzellen gebildet. Den größten Anteil bilden *die roten Blutkörperchen, die Erythrozyten*. Sie sind runde, in der Mitte eingedellte scheibenförmige Zellen, die keinen Zellkern besitzen. Ihr wichtigster Bestandteil ist das Hämoglobin und ihre Lebensdauer beträgt 3–4 Monate. Die Aufgaben der Erythrozyten sind der Transport des Sauerstoffes (O_2) von der Lunge zu den Körperzellen und der Kohlendioxidtransport (CO_2) von den Körperzellen zurück zur Lunge. Die Erythrozyten sind die Träger der einzelnen Blutgruppen.

Ebenfalls zellkernlos sind *die Blutplättchen, die Thrombozyten*. Sie sind die kleinsten zellulären Bestandteile des Blutes, haben eine unregelmäßige Form und erfüllen eine wichtige Funktion bei der Einleitung der primären Blutgerinnung.

Im Gegensatz zu den Erythrozyten und Thrombozyten besitzen *die weißen Blutkörperchen, die Leukozyten*, einen Zellkern und erscheinen kugelförmig. Im Körper haben sie wichtige Aufgaben in der Immunabwehr. Die Leukozyten werden unterteilt in Monozyten, Lymphozyten und Granulozyten.

Die *Monozyten* machen ungefähr 3–8 % der Leukozyten aus. Sie können sich amöboid fortbewegen, das heißt, sie können in fließenden Kriechbewegungen bei Bedarf die Blutgefäße verlassen und ins Gewebe austreten. Hier haben sie ihre Aufgabe als Makrophagen (große Fresszellen) in der spezifischen und unspezifischen Immunabwehr.

20–40 % der gesamten Leukozyten fallen auf die *Lymphozyten*, die an der spezifischen Immunabwehr unseres Körpers beteiligt sind. Man unterscheidet zwischen T- und B-Lymphozyten. Während die *T-Lymphozyten* die Zellmembra-

nen der Körperzellen auf Fremdkörper kontrollieren und kranke von gesunden Zellen unterscheiden können, bilden die *B-Lymphozyten* Antikörper gegen artfremde Eiweiße.

Die *Granulozyten* haben eine Lebensdauer von 8–14 Tagen, sie zirkulieren aber nur ungefähr 24 Stunden im Blut bis sie abgebaut werden. Ihre wichtigste Aufgabe besteht in der Abwehr von Infektionen bei der unspezifischen Immunabwehr. Durch ihr unterschiedliches Färbeverhalten im Blutausstrich unterscheidet man neutrophile, basophile und eosinophile Granulozyten, die im Unterpunkt unspezifische Immunabwehr genauer erklärt werden.

Das *Blutplasma* besteht zu 90 % aus Wasser und zu 10 % aus gelösten Stoffen. Das sind die Eiweiße, die Elektrolyte, die Nährstoffe, die Vitamine, die Spurenelemente, die Hormone und die Ausscheidungsprodukte. Trennt man vom Blutplasma den Gerinnungsfaktor *Fibrinogen* ab, so erhält man das fast klare *Blutserum* (siehe Abbildung), das nicht mehr gerinnen kann. Das Fibrinogen ist ein Plasmaprotein, welches bei einer Verletzung eines Blutgefäßes durch eine umfangreiche Kaskade aktiviert wird. Weitere Plasmaproteine sind Albumine und Globuline. Die *Globuline* spielen eine wichtige Rolle bei der Immunreaktion als Antikörper und werden deshalb auch Immunglobuline genannt.

Albumine machen 56 % der Plasmaproteine aus und haben wichtige Funktionen. Eine davon ist der Transport von wasserunlöslichen (hydrophoben) Stoffen. Dies wird durch die amphiphilen Eigenschaften der Albumine ermöglicht. Sie haben einen hydrophilen (wasserliebenden) und einen hydrophoben (wasserabweisenden) Molekülteil. Bei der Interaktion mit dem zu transportierenden Stoff richtet sich der hydrophile Teil des Albumins nach außen, zum Wasser, der hydrophobe Teil richtet sich nach innen und umschließt den Stoff. Eine weitere Aufgabe haben die Albumine bei der Aufrechterhaltung des kolloidosmotischen Drucks. Unter dem kolloidosmotischen Druck versteht man den Anteil am osmotischen Druck in den Gefäßen, der durch die Anzahl der größeren Teilchen (Kolloide, hier: Proteine) erreicht wird. Osmose bezeichnet den Übertritt von Wasser von einer weniger konzentrierteren Lösung zu einer

konzentrierteren Lösung durch eine halbdurchlässige (semipermeable) Membran. Die großen Albumine können die Gefäße – im Unterschied zu den Wassermolekülen – nicht verlassen, deshalb halten sie Wasser zurück und sorgen so für einen optimalen Druck. Die Albumine erfüllen als Puffersystem eine weitere wichtige Aufgabe. Neben diesem Proteinpuffer verfügt das Blut über drei weitere Puffer (Kohlensäure-Bicarbonat-, Hämoglobin- und Phosphat-Puffer). Sie regeln den pH-Wert des Blutes, der in engen Grenzen zwischen pH 7,38 und pH 7,41 im arteriellen Blut konstant gehalten werden muss (Homöostase), durch Protonenaufnahme und Protonenabgabe.



Wichtige Bestandteile des Blutplasmas sind die *Elektrolyte*, die ebenfalls für die Aufrechterhaltung des osmotischen Drucks im Blut verantwortlich sind. Außerdem gehören sie zu den Puffersystemen des Blutes. Im Plasma dominierende Elektrolyte sind Calcium (Ca^{2+}), Kalium (K^+), Magnesium (Mg^{2+}), Natrium (Na^+), Chlorid (Cl^-), Bicarbonat (HCO_3^-), Phosphat (PO_4^{3-}) und Sulfat (SO_4^{2-}).

Zu den im Blut transportierten *Nährstoffen* zählen die Saccharide (Kohlehydrate) und Lipide (Fette). Saccharide sind die Zucker, die der Körper für die schnelle Energieversorgung braucht; der Hauptenergieträger ist der kleinste Baustoff Glucose. Lipide dienen vorwiegend der Energiespeicherung, doch können sie nach ihrem Abbau in ihre Einzelbausteine Fettsäuren ebenfalls den Körper mit Energie versorgen.

Vitamine sind organische Verbindungen, die den Stoffwechsel verbessern. *Spurenelemente* sind ebenfalls Elektrolyte, die mengenmäßig nur in „Spuren“, also in geringen Konzentrationen im Plasma vorhanden sind. Trotzdem

erfüllen sie wichtige Aufgaben bei Stoffwechselfvorgängen. Spurenelemente sind zum Beispiel Iod, Zink und Selen. *Hormone*: Das sind biochemische Botenstoffe, die von bestimmten Organen gebildet und an spezifischen Zielorganen eine Reaktion auslösen. *Ausscheidungsprodukte*: Harnstoff, Harnsäure, Kohlendioxid

Blutversuche

Da die Hauptthemen unseres Kurses das Blut und der Blutkreislauf waren, wollten wir uns an einem Nachmittag genauer mit dem Blut befassen. Dazu gab es drei Versuche. Jeder von uns musste einen weißen Schutzmantel und eine Schutzbrille tragen, da wir mit Schweineblut und teilweise mit ätzenden Lösungen arbeiteten. Wir teilten uns in Gruppen auf, mit zwei bis drei Teilnehmern.

Zentrifugiertes Blut

SIMON OESTERLE

In einem Experiment haben wir Schweineblut zentrifugiert. Das geschieht mit Hilfe einer Zentrifuge, die das Reagenzglas mit dem Blut sehr schnell dreht und es dabei durch die Fliehkräfte horizontal auf der Zentrifuge anordnet. Dadurch sammelt sich der Teil des Blutes mit der höheren Dichte außen, während der Teil mit der geringeren Dichte weiter innen bleibt. So teilt sich das Blut in Plasma und zelluläre Bestandteile auf. Diese teilen sich weiter auf, einmal in die deutlich zahlreicheren Erythrozyten, außerdem in Leukozyten und Blutplättchen. Damit diese Trennung deutlicher zu sehen ist, haben wir noch Ficoll[®] benutzt. Das hat eine ähnliche Dichte wie Leukozyten und sorgt dafür, dass die Leukozyten im Ficoll[®] hängen bleiben, während die Erythrozyten, die eine höhere Dichte haben, hindurch sinken.

Blutausstrich

ANNA-CELINA SCHMID

Für den Versuch selbst brauchten wir pro Gruppe nur einen kleinen Bluttröpfchen. Zuerst besorgte jeder sich zwei Objektträger und beschriftete

diese. Danach gaben wir einen kleinen Blutropfen auf einen der Objektträger und verstrichen das Blut mit dem zweiten Objektträger. Dabei sollte eine sehr dünne, rot schimmernde Blutschicht entstehen. Sie musste dünn genug sein, da es sonst schwer wäre, etwas durch das Mikroskop beobachten zu können. Der dritte Schritt war das Trocknen und das anschließende Mikroskopieren. Dabei konnten wir nur sehr wenig erkennen, deswegen kam es auch zu dem vierten großen Schritt, dem Färben. Hierbei tauchten wir den Objektträger erst 5mal eine Sekunde lang in eine Fixierlösung und danach 3mal eine Sekunde in eine Färbelösung, um die Erythrozyten und Leukozyten anzufärben und dadurch besser erkennen zu können. Nach dem Färben spülten wir den Objektträger kurz in einer Pufferlösung und ließen ihn trocknen. Daraufhin tauchten wir ihn wieder 6mal für eine Sekunde in eine zweite Färbelösung. Ganz zum Schluss spülten wir den Objektträger noch einmal 45 Sekunden in einer Pufferlösung und ließen ihn danach trocknen. Das waren alle Voraussetzungen, die man für ein gutes Mikroskopieren brauchte.



Vor der Färbung sah man, wenn die Blutschicht dünn genug war, zwar viele Zellen, aber keine deutlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Zellen. Alle sahen ungefähr gleich aus. Nach der Färbung konnte man die Erythrozyten und Leukozyten sehr gut voneinander unterscheiden. Die Erythrozyten waren hell lila und die Leukozyten rosa gefärbt. Man konnte gut beobachten, wie viele Erythrozyten im Blut

enthalten sind, im Gegensatz zu den Leukozyten.

Blutversuche mit Kochsalzlösungen

MELANIE STURM

Bei diesen Versuchen haben wir die Wirkung von verschiedenen konzentrierten Kochsalzlösungen (NaCl-Lösungen) auf Schweineblut getestet. Zuerst haben wir die Wirkung nur mit bloßem Auge in Petrischalen beobachtet. Anschließend haben wir Blutausstriche gemacht, (Färben der Blutmischung auf dem Objektträger wie gerade beschrieben) um die Wirkung auf die roten Blutkörperchen unter dem Mikroskop zu beobachten.

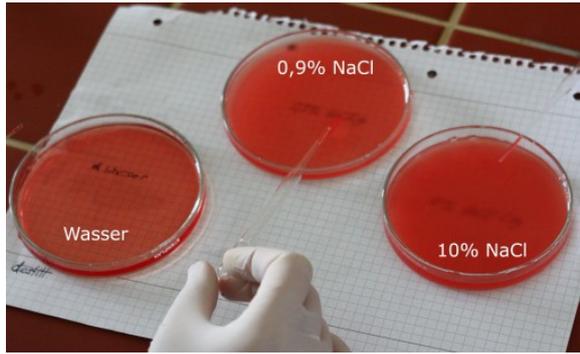
Für den Versuch mit dem bloßen Auge haben wir folgendes benötigt:

- Schweineblut
- 3 Petrischalen
- destilliertes Wasser
- 0,9 % NaCl-Lösung
- 10 % NaCl-Lösung

Wir haben jede der drei Petrischalen auf ein weißes beschriebenes Blatt, gestellt um die spätere Wirkung besser beobachten zu können. Der Grad der Trübung kann dadurch beurteilt werden, wie gut man das beschriebene Papier sehen kann.

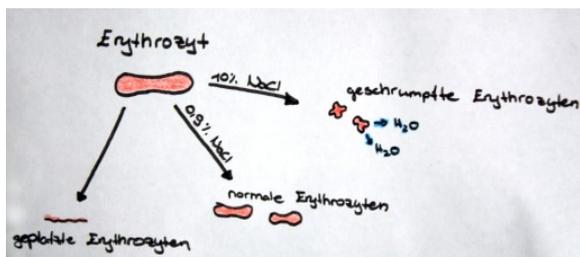
Wir haben nun in zwei Petrischalen jeweils eine der NaCl-Lösungen gegeben und in eine das destillierte Wasser (15 ml). Nun wurde in jede Petrischale ein wenig Schweineblut hinzugegeben. Man konnte beobachten, dass die Petrischale, in der sich das Schweineblut und das destillierte Wasser befanden sehr klar war, im Gegensatz dazu war die Petrischale mit dem Schweineblut und der 10 % NaCl-Lösung sehr trüb, die mit dem Schweineblut und der 0,9 % NaCl-Lösung nur leicht trüb.

Die Beobachtung, dass die Petrischale mit dem Gemisch aus destilliertem Wasser und Schweineblut klar war, konnte dadurch erklärt werden, dass die Erythrozyten im Schweineblut platzten. Dies lag daran, dass der osmotische Druck (siehe oben) des Wassers zu niedrig war. Die Flüssigkeit in der Petrischale mit der 10 %



NaCl-Lösung und dem Schweineblut war sehr trüb, da die Erythrozyten zusammenschrumpften. Der Grund dafür war der osmotische Druck der Lösung, der viel höher war als im menschlichen Blut, daher strömte das Wasser aus den Erythrozyten nach außen um die Konzentration des Salzes auszugleichen. Die 0,9 % NaCl-Lösung war nur leicht trüb, da die Erythrozyten normal geformt waren. Bei dieser Salzkonzentration entsprach der osmotische Druck genau dem unseres Blutes, weshalb die Erythrozyten auch ihre Form behielten und weder geplatzt noch geschrumpft sind.

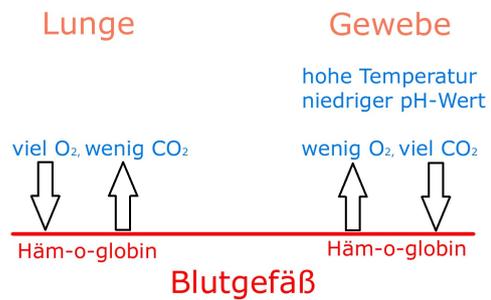
Wenn man nun aus allen drei Petrischalen jeweils einen Blutausstrich anfertigt, konnte man erkennen, wie sich die Form der roten Blutkörperchen verändert hat. Bei dem Blutausstrich des destillierten Wassers und des Schweineblutes hat man keine Erythrozyten gesehen, weil sie alle geplatzt sind. Bei dem Blutausstrich der 0,9 % NaCl-Lösung mit dem Schweineblut konnte man die normale Form der Erythrozyten gut erkennen. Sie waren rund geformt und hatten eine kleine Vertiefung in der Mitte. Bei dem Blutausstrich der 10 % NaCl-Lösung mit dem Schweineblut konnte man viele Erythrozyten erkennen, die zusammengeschrumpft waren, weil das gesamte Wasser, das in den Erythrozyten war, durch den hohen osmotischen Druck nach außen geströmt war, um die Salzkonzentration in der Lösung auszugleichen.



Hämoglobin

ELISABETH LESCH

Einer der wichtigsten Stoffe, der in den Erythrozyten enthalten ist, ist Hämoglobin. Es ist zuständig für den Transport von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid und fungiert zusätzlich auch als Blutpuffer. Die Menge an Hämoglobin im Blut wird in Millimol pro Liter (mmol/l) angegeben und HB-Wert genannt. Bei Männern liegt dieser Wert bei 8,7–11,2 mmol/l, bei Frauen, wegen der monatlichen Blutung, etwas niedriger, bei 7,5–9,9 mmol/l. Hämoglobin besteht zum einen aus dem Globin, ein kugelförmiges Protein. Dieses wickelt sich um den zweiten Bestandteil, das Häm, welches lipophil (fettliebend) ist und hauptsächlich aus Stickstoff (N) und Kohlenstoff (C) Atomen besteht. Es ist aufgebaut wie eine flache Scheibe, in deren Mitte sich ein Eisenatom (Fe) befindet. An dieses Eisenatom bindet später der Sauerstoff (O₂). Kohlenstoffdioxid bindet an das umliegende Protein.



Im bewegten Gewebe, beispielsweise bei Sport, ist weniger Sauerstoff und mehr Kohlenstoffdioxid vorhanden. Die Temperatur ist vergleichsweise hoch und der pH-Wert niedrig. Dadurch löst sich die Sauerstoff-Bindung und eine Kohlenstoffdioxid-Bindung wird hergestellt. Dann wird das Hämoglobin mit den Erythrozyten zur Lunge transportiert. Dort ist die O₂-Konzentration hoch und die des Kohlenstoffdioxids noch niedrig. Die Kohlenstoffdioxid-Bindung wird gelöst und Sauerstoff wird gebunden.

Hämoglobin kann jedoch nicht nur die Stoffe, die der Körper benötigt oder produziert, sondern auch andere Gase wie das gefährliche Koh-

Die Blutgerinnung lässt sich in zwei Phasen aufteilen, die primäre und die sekundäre Blutgerinnung. Bei der primären Blutgerinnung spielt Kollagen (Strukturprotein = Eiweiß) eine große Rolle. Durch eine Gefäßverletzung kommt das Blut unter anderem mit Kollagenfasern des umliegenden Bindegewebes in Berührung. Die für die Blutgerinnung wichtigen Blutzellen, die Thrombozyten, haften an diesen Fasern, wodurch die Wunde mit einer dünnen Schicht bedeckt wird. Durch verschiedene Faktoren kommt es zu einer Verbindung zwischen den Kollagenfasern und den Rezeptoren auf den Thrombozyten. Dadurch werden aus sogenannten „elektronendichten Granula“ (Strukturen innerhalb der Thrombozyten, die Substanzen und Proteine enthalten, die für die Funktion von Thrombozyten notwendig sind) Stoffe freigesetzt, welche weitere Thrombozyten anlocken.

Bei der sekundären Blutgerinnung wird die Wunde stabil verschlossen. Sie besteht aus einer Kaskade der Proteinreaktion, welche durch den Kontakt der Wunde mit einer negativ geladenen Oberfläche aktiviert wird. Dadurch werden verschiedene Proteine aktiviert, welche wiederum die nächsten Proteine aktivieren und schlussendlich das im Blut enthaltene lösliche Fibrinogen aktivieren. Aus dem löslichen Fibrinogen wird das nicht lösliche Fibrin, welches ein Fibrinnetz an der Wunde bildet. Durch dieses Netz werden Erythrozyten eingefangen, die dann an der Wunde hängen bleiben und diese damit verschließen, bis neue Haut gebildet werden kann.

Der Herzinfarkt

SARINA WEISS

Ein Herzinfarkt, auch Myokardinfarkt genannt, entsteht durch eine Verstopfung des Herzkranzgefäßes, zum Beispiel durch einen Thrombus. Die Thromben bilden sich entlang einer Gefäßwand. Löst sich dort ein solcher, so kann dieser in einer verengten Stelle in einem Herzkranzgefäß stecken bleiben. Dadurch werden Teile des Myokards (Herzmuskel) nicht mehr genug durchblutet, wenn dies länger als ca. 20 Minuten andauert, sterben diese Teile ab. Wei-

tere Ursachen für einen Myokardinfarkt sind Spasmen (lang anhaltende Verkrampfungen), Blutungen und Tumore am Herzen.

In Folge eines Myokardinfarktes können gefährliche Herzrhythmusstörungen, Kammerflimmern oder plötzlicher Herztod auftreten. Die Überlebenschancen hängen von der Arteriengröße und von dem Herzbereich, den sie versorgen, ab. Die Arterie für die Hinterwand versorgt den größeren Teil des Herzens, weshalb eine Verstopfung dort oft schlimmere Folgen hat. Die Mehrzahl der Herzinfarkte entsteht durch koronare Herzkrankheit (Erkrankung/-Verkalkung der Herzkranzgefäße). Nikotinkonsum, Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit), Hypertonie (Bluthochdruck), genetische Veranlagungen, Stress, erhöhte Blutfette (Cholesterin) und Übergewicht sind Risikofaktoren, die einen Herzinfarkt begünstigen und als Ursachen für Arteriosklerose (Arterienverkalkung) gelten.

Die Symptome eines Herzinfarktes sind hauptsächlich plötzlich auftretende, starke Schmerzen im Brustbereich (länger als 20 min), die dann meist in Schultern, Arme, Unterkiefer und Oberbauch ausstrahlen. Die Schmerzen werden oft von Schweißausbrüchen, Übelkeit und Erbrechen begleitet. Es kommt jedoch auch vor, besonders bei Frauen, dass zum Teil schon einen Monat vor dem eigentlichen Herzinfarkt Schlafstörungen, Atemprobleme etc. auftreten. Ein Myokardinfarkt kann u. a. durch EKG (Elektrokardiogramm) und Laboruntersuchungen festgestellt werden.

Je näher der Infarkt am Ursprung des Herzwandgefäßes liegt, desto schwerer sind die Folgen. Es können Störungen der elektrischen Reizausbreitung, schwere Herzrhythmusstörungen, Aneurysmen (spindel- oder sackförmige Erweiterungen an den geschädigten Bereichen), Ruptur (wenn der Herzmuskel reißt) oder (weitere) Thromben (Blutgerinnsel) auftreten.

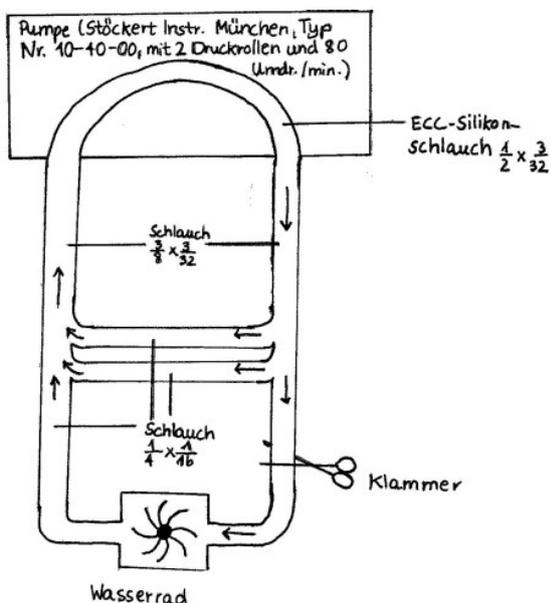
Kommt es zu Herzrhythmusstörungen, insbesondere zu Kammerflimmern, so wird die gesamte Sauerstoffversorgung des Organismus stark gefährdet. Wird das Kammerflimmern nicht sofort durch Elektroschock beseitigt oder der Kreislauf durch Herzmassage und Beatmung aufrechterhalten, so stirbt der Patient innerhalb von fünf bis zehn Minuten.

Das abgestorbene Gewebe des Herzmuskels vernarbt und wird durch Bindegewebe ersetzt, welches recht starr ist. Dadurch trägt es nicht zur Pumpfunktion des Herzens bei, und gefährliche Herzrhythmusstörungen und Herzinsuffizienz (Pumpschwäche) sind die Folgen. Im schlimmsten Fall stirbt der Patient. Hat ein Patient schon einen Herzinfarkt erlitten, steigt die Wahrscheinlichkeit, einen weiteren zu erleiden.

Darstellung des Herzinfarktes im Modell

LEA GOTTSCHALK

Um den Herzinfarkt im Modell nachzustellen, wurden mit Hilfe von verschiedenen dicken Schläuchen und den passenden Verbindungen dazu die Gefäße (insbesondere die Herzkranzgefäße) dargestellt. Die Pumpe übernahm die Funktion des Herzens. In die Mitte eines Schlauches, der ein Herzkranzgefäß darstellte, wurde ein Wasserrad eingebaut, welches das Gewebe um das Herz darstellte. Mit einer Schlauchklammer wurde der Schlauch abgeklemmt, um dadurch den Verschluss einer Arterie durch einen Thrombus zu symbolisieren.



Bei laufender Pumpe und offener Schlauchklammer war deutlich zu sehen, dass das Wasserrad lief. Im echten Kreislauf würde das bedeuten, dass das Gewebe mit genügend Sauerstoff versorgt wird. Wenn die Schlauchklammer dann

allerdings geschlossen wurde, also beim Menschen durch einen Thrombus das Gefäß verstopft würde, blieb das Wasserrad stehen. Somit würde das Gewebe nicht mehr versorgt werden und absterben.

Der Schlaganfall

SARINA WEISS

Der Schlaganfall wird auch Apoplex, Insult, Hirninfarkt oder Hirnschlag genannt, medizinisch korrekt sind die Bezeichnungen „Schlaganfall“ und „Insult“ beziehungsweise „Hirnin-sult“. Ein Schlaganfall ist eine plötzliche Unterbrechung der Sauerstoffversorgung in einem Teil des Gehirns. Es gibt zwei Arten von Schlaganfällen, den ischämische Insult und der hämorrhagischen Insult. Am häufigsten kommt der ischämische Insult vor, er entsteht aufgrund eines verschlossenen Blutgefäßes im Gehirn durch ein Blutgerinnsel (Hirnthrombose oder Hirnembolie). Der hämorrhagischen Insult entsteht durch eine Hirnblutung. Der Schlaganfall und seine Folgen sind eine der Hauptursachen für Behinderung und Pflegebedürftigkeit im Alter.

Für einen Schlaganfall gibt es drei verschiedene Ursachen: Hirngefäßverschluss durch *Arteriosklerose* (sog. Arterienverkalkung) oder einen Thrombus (Blutgerinnsel), Hirngefäßverschluss durch eine *Embolie* oder *Hirnblutung* (hämorrhagischer Insult). Die Arteriosklerose stellt den Hauptgrund für den Verschluss von Blutgefäßen dar. Hierbei bilden sich im Laufe der Zeit an den Innenwänden der Blutgefäße sogenannte *Plaques* – Ablagerungen aus Fett und Zellen. Je dicker diese Plaques, desto enger wird das Gefäß. Bei Patienten mit Bluthochdruck (Hypertonie), Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit) und/oder hohen Cholesterinwerten bilden sich diese Plaques besonders häufig. Ist eine Arterie durch Plaques stark verengt, gelangt weniger sauerstoffreiches Blut in das Gewebe, das von diesem Blutgefäß versorgt wird. Plaques können außerdem leicht einreißen. An einem solchen Riss entsteht dann ein Blutgerinnsel (Thrombus), welches das Gefäß sogar komplett verstopfen kann – die Sauerstoffversorgung des Gewebes ist dann ganz unterbrochen (Ischämie)

und ein Schlaganfall ist die Folge.

Bei einer *Embolie* verstopft ein Blutgerinnsel das Blutgefäß. Ein solches Blutgerinnsel nennt man Embolus, wenn es frei beweglich ist und deshalb dem Blutstrom folgt. Es handelt sich dabei meist um einen abgelösten Teil eines größeren Blutgerinnsels (Thrombus), das sich ursprünglich an einer anderen Stelle des Blutkreislaufs gebildet hat. Wenn ein solcher Embolus durch den Blutkreislauf ins Gehirn gelangt, kann ein Insult entstehen.

Eine *Hirnblutung* führt mitunter zu einem hämorrhagischen Schlaganfall. Eine solche Blutung entsteht, wenn ein Blutgefäß im Gehirn einreißt. Sind die Blutgefäße durch eine Arteriosklerose, aufgrund von Bluthochdruck (Hypertonie) oder Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit) vorgeschädigt, kann ein plötzlicher Blutdruckanstieg dazu führen, dass ein Blutgefäß einreißt. Eine Hirnblutung kann zudem durch ein Aneurysma entstehen, das einreißt.

Es gibt verschiedene unbeeinflussbare und beeinflussbare Risikofaktoren für einen Schlaganfall. Zu den unbeeinflussbaren Risiken gehören unter anderem höheres Alter, Hypertonie (Bluthochdruck) und Herzrhythmusstörungen (z. B. Vorhofflimmern). Rauchen, übermäßiger Alkoholkonsum und Übergewicht sind beeinflussbare Risiken.

Die bei einem Schlaganfall entstehenden Symptome werden durch das Absterben von Nervenzellen, die nicht mit genügend Sauerstoff versorgt wurden, hervorgerufen. Die miteinander vernetzten Nervenzellen des Gehirns steuern wichtige Funktionen des Körpers – etwa das Bewusstsein, das Sprechen, die Motorik (Bewegungen) und das Sehen. Betrifft ein Schlaganfall einen Bereich des Gehirns, der eine dieser Funktionen regelt, kann dies schwerwiegende Folgen haben.

Anzeichen für einen Schlaganfall sind unter anderem plötzliche Schwäche oder Verlust der Muskelkraft bis hin zur kompletten Lähmung einer Gesichts- oder Körperhälfte (sog. Hemiplegie), Taubheitsgefühl (gestörtes Berührungsempfinden) z. B. eines Arms oder verschiedene Sinnesstörungen wie Sprach-, Seh- oder Schluckstörungen.

Diese sind jedoch immer unterschiedlich, es

kommt auch immer auf die betroffene Gehirnregion an. Man sollte so schnell wie möglich einen Arzt rufen, wenn man bei sich oder anderen Anzeichen für einen Schlaganfall bemerkt, denn eine schnelle Diagnose ist sehr wichtig.

Der direkte Nachweis eines Schlaganfalls und damit die Sicherung der Diagnose erfolgt mithilfe einer Computertomographie (CT) oder einer Kernspintomographie (MRT) des Kopfs. Mit diesen Untersuchungsverfahren kann der Arzt nicht nur den Schlaganfall erkennen, sie zeigen auch, welche Hirnregion genau betroffen ist. Weitere Untersuchungen im Rahmen einer Schlaganfall-Diagnose sind: Ultraschalluntersuchung des Gehirns, Blutuntersuchung und Pulsmessung.

Bei einem akuten Schlaganfall ist das Ziel der Therapie, den Schaden, der bei einem Schlaganfall entsteht, möglichst gering zu halten und schwere Folgen zu verhindern. Je nach Schlaganfall-Ursache (Gefäßverschluss oder Blutung) unterscheidet sich die Therapie. Daher ist es wichtig, dass die Ärzte durch Untersuchungen rasch die genaue Ursache herausfinden, um dann die geeignete Schlaganfall-Behandlung so schnell wie möglich einleiten zu können.

Langfristig soll die Schlaganfall-Therapie die neurologischen Symptome wie Lähmungen und Sprachstörungen bessern (Rehabilitation). Wie auch bei anderen vom Gehirn ausgehenden Störungen geht man auch bei der Schlaganfall-Therapie häufig nach dem sogenannten Bobath-Konzept vor. Das Bobath-Konzept beruht auf der Annahme, dass gesunde Hirnregionen lernen können, die Aufgaben der geschädigten Areale zu übernehmen. Dies wird zur Therapie der Patienten genutzt.

Wie sich ein Schlaganfall im weiteren Verlauf auswirkt, ist sehr unterschiedlich. Bei manchen Betroffenen sind die Symptome kaum merklich, andere sind dagegen bettlägerig und pflegebedürftig. Unterschiedlich stark ausgeprägte Schlaganfall-Folgen wie Lähmungen, Seh- oder Sprachstörungen können die Patienten zeitlebens begleiten.

Vorbeugende Maßnahmen zur Vermeidung eines Schlaganfalles sind unter anderem regelmäßige Kontrollen von Blutdruck, Blutfettwerten und Blutzucker, eine gesunde Lebensführung

(mit regelmäßiger Bewegung und bewusster Ernährung) sowie das Vermeiden von Stress.

Darstellung des Schlaganfalles im Modell

LEA GOTTSCHALK

Für diesen Versuch wurde wieder das Herz-Kreislauf-Modell mit einer Pumpe und Schläuchen verwendet. Der Kreislauf wurde ähnlich wie bei dem Versuch der Darstellung eines Herzinfarktes im Modell aufgebaut, nur dass die dünnen Schläuche die Kapillaren im Gehirn darstellten, und dass in dieses System noch ein Luftballon eingebaut wurde. Dieser sollte ein elastisches Gefäß im Gehirn darstellen. Außerdem wurde mit der Schlauchklemme Arteriosklerose und kein Thrombus dargestellt.

Mit einer Schlauchklemme wurde der Schlauch direkt nach dem Luftballon abgeklemmt. Dies symbolisiert eine komplette Verstopfung des Gefäßes im Gehirn. Dadurch wurde der Druck des Wassers im System auf den Luftballon zu hoch und er platzte. Im menschlichen Körper würde dies zu einem hämorrhagischen Schlaganfall führen, der weitreichende Folgen für den menschlichen Körper haben kann.

Blutdruck

JAN HOFMANN

Der Blutdruck ist der Druck, den das Blut auf die Gefäße ausübt. Er wird in mmHg (Millimeter Quecksilbersäule) oder auch in kPa ($1 \text{ kPa} = 7,5 \text{ mmHg}$) gemessen und normalerweise mit zwei Werten angegeben, dem oberen und unteren Wert. Wie diese Werte zustande kommen, ist im folgenden Abschnitt erläutert.

Während der *Diastole*, auch Saugphase genannt, erschlafft die Muskulatur beider Herzkammern und weitet sich. Gleichzeitig zieht sich die Vorhofmuskulatur zusammen und drückt das Blut durch die offenen Segelklappen in die Kammern, sodass diese sich weiten. Dabei sind die Taschenklappen geschlossen und verhindern dadurch das Zurückfließen des Blutes aus den Arterien. Da kein Blut während dieser Phase in die Arterien gepumpt wird, sondern sich das

Herz mit Blut füllt, sinkt der Blutdruck auf seinen niedrigsten Wert ab. Dieser (untere) Wert nennt sich diastolischer Blutdruck.

Danach zieht sich in der *Systole*, der Druckphase, die Muskulatur beider Kammern zusammen. Dabei schließen sich die Segelklappen und die Taschenklappen öffnen sich. Das Blut wird aus den Kammern in die jeweiligen Arterien gedrückt. Gleichzeitig erschlaffen und vergrößern sich die Vorhöfe. Blut wird aus den Venen angesaugt. Während dieser Phase arbeiten die Vorhöfe als Saug- und die Kammern als Druckpumpe. Da bei dieser Phase Blut in das Kreislaufsystem gedrückt wird, steigt der Blutdruck auf seinen höchsten Wert an. Diesen (oberen) Wert bezeichnet man auch als systolischen Blutdruck.

Normalwerte für den Blutdruck:

120 = systolischer Blutdruck = oberer Wert

80 = diastolischer Blutdruck = unterer Wert

Abhängig ist der Blutdruck von drei Faktoren, der Elastizität, der Spannung der Gefäße und dem Herz-Zeit-Volumen. Die *Elastizität der Gefäßwand* wird auch als Windkesselfunktion bezeichnet, hierbei geschieht der Druckausgleich zwischen Systole und Diastole durch die Elastizität der herznahen Arterien (vor allem der Aorta). Allerdings kommt das Phänomen der Elastizität nicht nur in den herznahen Gefäßen vor, sondern kommt so gut wie in jedem Blutgefäß vor und harmonisiert dadurch den Blutfluss. Das heißt, dass der ursprünglich in den herznahen Arterien vorhandene Druck gelindert wird, sodass ein relativ konstanter Blutfluss entsteht. Obwohl die Windkesselfunktion nur sehr gering ist – bei jungen Erwachsenen eine Veränderung des Volumens von 40 ml – spielt sie eine wichtige Rolle zur Aufrechterhaltung des Blutdrucks.

Außerdem gibt es die *Spannung der Gefäße* (Gefäßtonus). Als Gefäßtonus bezeichnet man den Spannungszustand der glatten Gefäßmuskulatur. Die Änderungen des Spannungszustandes der Gefäßmuskulatur haben Auswirkungen auf die (Organ-) Durchblutung.

Der letzte Faktor ist das *Herz-Zeitvolumen (HZV)*. Es dient als Maß für die Herzleistung. Man versteht unter dem HZV das Blutvolu-

men, welches das Herz in einer gewissen Zeitspanne in den Kreislauf pumpt. Der konkrete Zeitraum der Betrachtung beträgt oft eine Minute, deshalb spricht man auch vom Herz-Minutenvolumen (HMV). Der Normalwert bei Erwachsenen liegt bei 4,5 bis 5 Liter pro Minute. Schwankungen sind ganz normale Anpassungsreaktionen des Körpers auf Belastung, zum Beispiel Stress. Der Körper braucht bei Anstrengung mehr Energie; diese führt ihm ein stärkerer Blutstrom in größeren Mengen zu. So kann das HMV bei sportlicher Aktivität schon einmal auf bis zu 30 Liter pro Minute ansteigen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das HMV in Ruhepausen sinkt und bei Aufregung oder körperlicher Arbeit steigt.

Blutdruckerkrankungen

JAN HOFMANN

Hypertonie

Obwohl ein zu hoher Bluthochdruck keine unmittelbaren Schmerzen verursacht, kann es zu massiven Schäden an Herz und Gefäßen kommen. Unter anderem kann es passieren, dass es zu Herzinfarkten und anderen gefährlichen Herz-Kreislauf-Erkrankungen kommt, die sich jedoch meist durch gezielte Maßnahmen verhindern lassen. Hypertonie ist lange Zeit symptomarm, man leidet allerdings gelegentlich unter unangenehmem Kopfdruck, kurzen Schwindelanfällen, allgemeiner Müdigkeit oder unterschiedlich häufigen Schlafstörungen. Im äußersten Fall kommt es zum Herzinfarkt oder Schlaganfall.

Klassifikation	Systolisch (mmHg)	Diastolisch (mmHg)
Optimal	<120	<80
Normal	130	<85
„noch normal“	130–139	85–89
Milde Hypertonie	140–159	90–99
Mittelschwere Hypertonie	160–179	100–109
Schwere Hypertonie	>180	>110

Man redet von Bluthochdruck (Hypertonie), wenn die Werte dauerhaft höher als 140 mmHg systolisch und 90 mmHg diastolisch sind. Die Tabelle zeigt die verschiedenen Schweregrade.

Man unterscheidet drei Arten der Hypertonie, die arterielle Hypertonie, die pulmonal-arterielle Hypertonie und die portale Hypertonie.

Die Arterielle Hypertonie ist eines der häufigsten Krankheitsbilder, bei dem der Blutdruck in den arteriellen Gefäßen mehr als 140/90 mmHg beträgt. Eine große Rolle spielt die genetische Vererbung, da die Mehrzahl der Hypertoniker Familienmitglieder haben, die ebenfalls unter Hypertonie leiden. Zudem spielt der Lebensstil in verschiedenen Dingen (Kochsalz- und Nikotinmissbrauch, Stress, seelisch-nervöse Belastungen und hormonelle Gründe) eine stark begünstigende Rolle. In 20 % der Fälle liegt eine Grundkrankheit wie eine Nierenerkrankung oder eine Störung der Hormonbildung vor. Um die Hypertonie zu behandeln werden Medikamente verabreicht, empfohlen Sport zu machen, Kochsalz zu vermeiden, Alkoholkonsum einzustellen oder die verursachende Grundkrankheit behandeln zu lassen.

Hypotonie

Wenn der Blutdruck zu niedrig ist, bleiben Herz und Gefäße jung, und daher wird die Hypotonie von Ärzten meist nicht beachtet. Manchmal weist sie auf gefährliche Erkrankungen hin, beispielsweise eine Unterfunktion der Schilddrüse oder Blutarmut. Jedoch ist es oft auch unproblematisch und verliert sich nach einiger Zeit wieder. „Deshalb ist es wichtig, dass der Arzt eine organische Ursache ausschließt“, sagt Dieter Klaus vom wissenschaftlichen Beirat der deutschen Herzstiftung. Am häufigsten kommt die *arterielle Hypotonie* vor, die definiert ist durch einen systolischen Blutdruck von unter 100 mmHg und einen diastolischen von unter 70 mmHg und die *orthostatische Hypotonie*, die bei einem Wechsel in die aufrechte Körperhaltung auftritt, dabei kommt es zu Regulationsstörungen im Blutdruck. Meist leidet man unter Schwindel, Müdigkeit und kalten Füßen und Händen. Allerdings wird Hypotonie nicht medikamentös behandelt, sondern es wird empfohlen, Sport zu treiben, ausreichend

Flüssigkeit zuzuführen, mehr Kochsalz zu verwenden und Urlaub am See oder im Gebirge zu machen.

Blutdruckversuch

ANNA-CELINA SCHMID

Da wir in diesem Bereich ebenso Experimente durchführen wollten, haben wir uns für einen sportlichen Versuch entschieden. Hierbei haben wir den Puls und den Blutdruck von Jugendlichen zwischen 14 und 16 Jahren im Ruhezustand und nach sportlicher Betätigung gemessen und ausgewertet.



Normalerweise stellt man sich vor, dass der Puls von Jugendlichen dieses Alters im Ruhezustand durchschnittlich bei etwa 60–80 Schlägen/min., der Blutdruck bei 120/80 mmHg liegt. Natürlich hängen diese Werte aber auch von den persönlichen Umständen oder Voraussetzungen ab, wie zum Beispiel von der Fitness, dem Alter, dem Geschlecht oder des Gewichts. Diese Faktoren können die Messwerte unterschiedlich beeinflussen. Außerdem erwarteten wir, dass der Puls und der Blutdruck nach der sportlichen Betätigung auf 120–140 Schläge/min., beziehungsweise auf 150/100 mmHg steigen würden. Dies hängt davon ab, dass bei sportlicher Anstrengung mehr Blut durch den Körper gepumpt werden muss, um den Körper schneller mit Sauerstoff zu versorgen. Mit diesen Erwartungen führten wir unseren Versuch durch.

Wir suchten insgesamt acht Testpersonen, vier männliche und vier weibliche. Von den vier weiblichen und den vier männlichen Testpersonen wurden immer jeweils zwei in die Kategorie „sportlich“ und „untrainiert“ eingeteilt. So hat-

ten wir am Ende von beiden Geschlechtern insgesamt vier „Sportliche“ und vier „Untrainierte“. Sieben Testpersonen waren aus dem Kurs Medizin, eine aus dem Kurs Mathematik. Jeder hatte bei dem Versuch die gleichen Voraussetzungen.

Testpersonen				
	Testperson	Alter	Fitness	Aktivität für M3
weiblich	1	15	sportlich	auslaufend
	2	15	sportlich	sitzend
	3	15	untrainiert	auslaufend
	4	16	untrainiert	sitzend
männlich	5	15	sportlich	auslaufend
	6	15	sportlich	sitzend
	7	14	untrainiert	auslaufend
	8	15	untrainiert	sitzend

Unser Experiment fand an einem Nachmittag während der Kursschiene statt. Die Dauer des Versuchs betrug 32 Minuten. Zuerst befanden sich alle Testpersonen fünf Minuten im Ruhezustand, wobei man sich ausruhen sollte. Danach fand Messung eins statt, dabei wurden von jeder Person der Puls und der Blutdruck gemessen.

Anschließend mussten die Teilnehmer 1000 Meter laufen, dem entsprachen fünf Runden unserer 200m-Laufbahn. Jedoch sollten alle in der gleichen Geschwindigkeit laufen, sodass jeder die gleichen Voraussetzungen hatte. Für die 1000 Meter wurden sechs Minuten festgelegt, das waren eine Minute und zwölf Sekunden für 200 Meter. Ein Tempo, das für jeden gut zu schaffen war. Direkt nach dem Laufen erfolgte Messung zwei. Danach setzten sich jeweils zwei Testpersonen beider Geschlechter auf den Boden, während die anderen vier eine Runde ausliefen. Dieser Vorgang dauerte vier Minuten und sollte aufweisen, welche Art der Regeneration den Puls und den Blutdruck schneller wieder auf den Normalwert bringt. Nach den vier Minuten kam Messung 3.

Zum Schluss des Versuchs sollten sich alle Teilnehmer nochmal zehn Minuten im Ruhezustand befinden, Messung vier, die darauf folgte, sollte dabei zeigen, wie schnell sich die einzelnen Testpersonen regenerierten. Um das gra-

Messergebnisse				
Test-person	Messung 1 (Puls, Blutdruck)	Messung 2 (Puls, Blutdruck)	Messung 3 (Puls, Blutdruck)	Messung 4 (Puls, Blutdruck)
1	88, 115/79	103, 148/88	85, 116/76	85, 119/73
2	87, 115/63	104, 140/69	92, 110/61	72, 111/62
3	81, 113/77	113, 138/83	105, 123/70	101, 114/76
4	106, 125/85	140, 164/91	109, 126/58	103, 118/69
5	66, 126/60	104, 140/66	89, 132/73	78, 120/57
6	74, 121/74	80, 148/92	72, 135/77	79, 127/72
7	100, 143/70	126, 11/65	119, 116/71	109, 121/69
8	111, 162/115	140, 176/83	124, 121/59	102, 120/62

Puls in Schlägen/min, Blutdruck in mmHg

fisch aufzuzeigen haben wir zwei Tabellen zusammengestellt.

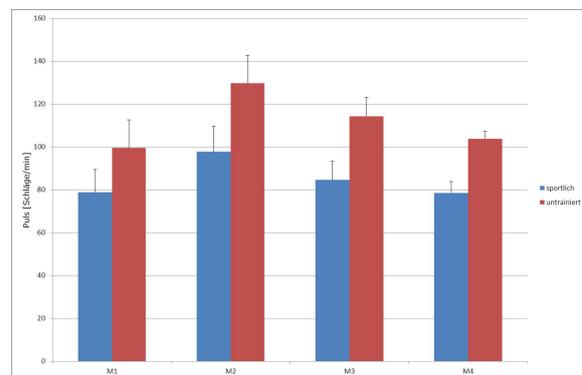
Auswertung der Messergebnisse

Am Anfang ist zu sagen, dass zwei Testpersonen leicht veränderte Voraussetzungen hatten, als die anderen. Testperson Nummer 1 ist nicht um 16:30 Uhr gestartet, sondern um 19:30 Uhr, nach dem Essen. Testperson Nummer 3 nahm nicht an der kurz zuvor stattfindenden Sport-KüA teil, was zur Folge gehabt haben könnte, dass ihre Werte tiefer waren als bei den anderen Testpersonen, die alle teilgenommen hatten. Außerdem sind die Messwerte auch durch äußere Einflüsse, wie zum Beispiel sprechen während den Messungen, oder durch innere Einflüsse, wie zum Beispiel Aufregung beeinflussbar. So können wir nicht alle Werte als repräsentativ annehmen.

Wie wir erwartet hatten, waren die Werte der sportlichen Jugendlichen bei allen Messungen niedriger als die der Untrainierten. Ursache hierfür war die sportliche Fitness, da der Organismus daran gewöhnt ist, innerhalb einer kurzen Zeitspanne viel Sauerstoff transportieren zu müssen. Je sportlicher man war, umso niedriger war der Puls nach sportlicher Belastung, da man daran gewöhnt war.

Außerdem hatten die Testpersonen, die „untrainiert“ waren und an der 2,5 stündigen vorigen Sport-KüA teilgenommen haben, noch immer

einen deutlich erhöhten Puls. Daraus konnte man schließen, dass der Puls und der Blutdruck der Untrainierten viel länger brauchten, um wieder auf den Normalzustand zu kommen, als die Werte der Sportlichen.



Zur Messung 3, die die zwei verschiedenen Regenerationsphasen (das Auslaufen und das Sitzenbleiben) verglichen hat, bleibt zu sagen, dass das Auslaufen fast in jedem Fall den Körper schneller regenerieren ließ als beim Sitzenbleiben. Das könnte daran liegen, dass der Körper beim Auslaufen langsamer wieder an den Normalzustand herangeführt wird, während jedoch beim Sitzenbleiben der Körper und der Kreislauf von einer Sekunde auf die andere direkt abgeschaltet wird. Also sollte man weiter lieber auf den Trainer hören, wenn er zum Schluss sagt „Jetzt bitte noch zwei Bahnen locker auslaufen“, denn das ist deutlich besser für den Puls und den Blutdruck.

Zum Schluss bleibt nur noch zu sagen, dass der Versuch sehr gut und ohne Probleme ablief. Auch die Versuchsteilnehmer haben sich sehr gut geschlagen und sich tapfer dem Laufen gestellt. Die Bilder, die unser Schülermentor Jonathan dabei gemacht hat, können den Spaß, den alle dabei hatten, gut beweisen.

Blutdruckregulation

MELANIE STURM

Zur Regulation des Blutdruckes gibt es in unserem Körper verschiedene Systeme. Es gibt die nervale Blutdruckregulation, die hormonelle Blutdruckregulation und die Autoregulation.

Der Blutdruck kann durch folgende Faktoren beeinflusst werden:

- Herzfrequenz und Schlagkraft des Herzens
- Veränderung der Flüssigkeitsverteilung
- Veränderung des Gefäßtonus (= Gefäßspannung)

Bei der *nervalen Blutdruckregulation* gibt es verschiedene Rezeptoren, wie Barorezeptoren die u. a. in den Vorhöfen des Herzens und in der Aorta sitzen, um dort den Druck zu messen. Die aufgenommenen Informationen werden ans Gehirn weitergeleitet, wo sie im vegetativen Nervensystem verarbeitet werden. Die zwei Teile des vegetativen Nervensystems, genannt Sympathikus und Parasympathikus regulieren dann den Blutdruck. Der Sympathikus erhöht die Herzfrequenz und die Schlagkraft des Herzens und vasokonstringiert (=verengt) die Gefäße, wodurch der Blutdruck steigt. Der Parasympathikus, senkt die Herzfrequenz und die Schlagkraft des Herzens und vasodilatiert (= weitet) die Gefäße, wodurch der Blutdruck sinkt.

Der Blutdruck kann ebenfalls durch *Hormone* reguliert werden. Hierbei gibt es verschiedene Systeme, die den Blutdruck erhöhen oder senken können. Ein Beispiel für die Blutdruckerhöhung ist das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System.

Wenn die Natriumkonzentration in der Niere gering ist, kommt es zu einer Reninausschüttung. Durch diese Ausschüttung wird eine vermehrte Herstellung von Angiotensin II (Vaso-

konstriktor) angeregt. Dieses bewirkt wiederum eine vermehrte Ausschüttung von Aldosteron. Durch diese Kombination steigen sowohl die Natriumkonzentration des Blutes, als auch das Blutvolumen. Das führt zu einer Erhöhung des Blutdrucks.

Ein Beispiel für eine Blutdrucksenkung ist ANP (Atriales natriuretisches Peptid). Durch eine Ausscheidung von Natrium und Wasser sinkt der Blutdruck, weil das Blutvolumen geringer wird.

Es gibt Organe, bei denen es sehr wichtig ist, dass ein konstanter Blutdruck vorhanden ist, z. B. bei der Niere oder im Gehirn. Deshalb können diese Organe durch Veränderung der Gefäßspannung ihren Blutdruck selbst steuern. Diese Selbststeuerung (*Autoregulation*) passiert immer vor dem Organ, damit es einen gleichmäßigen Blutdruck hat.

Immunabwehr

Der menschliche Körper verfügt über zwei Abwehrsysteme, die in Kraft treten, wenn Erreger den Körper befallen: die *spezifische* und die *unspezifische* Immunabwehr. Wichtig ist, dass die spezifische Immunabwehr nicht die Unspezifische ersetzt, sondern beide zusammenarbeiten, um die Immunreaktion zu ermöglichen. Typische Erreger sind z. B. Bakterien, Viren, Pilze und Parasiten. Das Immunsystem des Körpers bekämpft die Infektion und tötet die Erreger ab, ansonsten käme es zu Funktionsstörungen bzw. Krankheiten, welche auch zum Tod führen können.

Unspezifische Immunabwehr

ALEXANDER HUBER

An der unspezifischen Immunabwehr sind verschiedene Blutzellen beteiligt: Monozyten und Granulozyten.

Monozyten zirkulieren für 1–3 Tage im Blutkreislauf. Gespeichert werden sie in der Milz, von dort werden sie bei akuten Entzündungen in großer Zahl freigesetzt.

Während der Einwanderung in entzündetes Gewebe werden Monozyten zu *Makrophagen* (Rie-

senfresszellen). Um die entzündete Stelle zu erreichen, brauchen sie relativ lange, sie können aber auch sehr große Mengen an Erregern fressen. Makrophagen fressen außerdem schädliche Substanzen und Abfallprodukte im Körper.

Granulozyten machen den Hauptteil der Leukozyten aus. Man unterscheidet folgende Gruppen von Granulozyten: neutrophile, eosinophile und basophile Granulozyten. *Neutrophile Granulozyten*, auch Mikrophagen (kleine Fresszellen) genannt, machen 40–50 % der im Blut zirkulierenden Leukozyten aus. Mikrophagen werden durch Zytokine (chemische Botenstoffe), die vom Ort der Entzündung abgesondert werden, angelockt. Im Gegensatz zu Makrophagen erreichen Mikrophagen den Ort der Entzündung sehr schnell, sie können jedoch nur kleinere Mengen an Erregern fressen und leben nur wenige Tage. Etwa 3–5 % der Zellen in unserem Blut (Differenzialblutbild) sind *eosinophile Granulozyten*. Auch sie bewegen sich zum Entzündungsort. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Parasitenabwehr und bei Allergien. *Basophile Granulozyten* machen im Differenzialblutbild nur einen geringen Anteil aus (< 2 %). Wenn sie auf Erreger treffen, sondern die basophilen Granulozyten Toxine (Giftstoffe) ab, die die Erreger töten. Sie leben wie die Mikrophagen nur wenige Tage.

Ablauf einer Immunreaktion

Die unspezifischen Abwehrmechanismen sind angeboren und beruhen auf dem Einsatz der in Blut und Gewebe stets vorhandenen Fresszellen (Mikro- und Makrophagen). Gelangen Erreger in den Körper, werden sofort Mikro- und Makrophagen durch Zytokine angelockt. Sie sind in der Lage, die Erreger als „fremd“ zu erkennen. Die Mikrophagen sind schneller am Ort des Geschehens als die Makrophagen. Beide können Erreger fressen (Phagozytose). Basophile Granulozyten sondern zusätzlich Toxine ab. Haben die Makrophagen die Erreger aufgenommen, aktivieren sie die spezifische Immunabwehr, indem sie Teile der Erreger als Antigene auf ihrer Oberfläche präsentieren. Während ein Teil der Erreger durch Phagozytose und Ausschüttung von Toxinen direkt abgetötet wird, beginnen andere Zellen mit der Produktion von Antikörpern. Diese Antigen-Antikörper-

Komplexe werden ebenfalls von Makrophagen gefressen. Die unspezifische Immunabwehr reagiert also sofort, während die spezifische Immunabwehr erst zeitverzögert mit der Produktion von Antikörpern beginnen kann.

Spezifische Immunabwehr

SIMON OESTERLE

Anders als die unspezifische Immunabwehr gilt die Spezifische als erworben und erregerspezifisch. Damit ist gemeint, dass sie die Antigene, das sind einzigartige Merkmale der Erreger, erkennen und gezielt mit entsprechenden Mitteln gegen sie vorgehen kann.

Humorale spezifische Immunabwehr

In diesem Teil der Immunabwehr sind die Antikörper am wichtigsten, sie werden von B-Lymphozyten gebildet. Mit Hilfe ihrer Epitope, den Anbindungsstellen, können sie Antigene binden. Jeder Typ eines Antikörpers hat aber jeweils andere Epitope und kann somit nur den Erregertyp mit dem entsprechenden Gegenstück binden. Das nennt man das Schlüssel-Schloss-Prinzip.

Die Funktionen der Antikörper sind Opsonisierung und Aktivierung des Komplementsystems. Unter *Opsonierung* versteht man die Kennzeichnung eines Antigens, wobei die Oberfläche der Zellen von Antikörpern bedeckt wird. Außerdem können Antikörper mehrere Erreger des gleichen Typs binden, dann verkleben sie diese, sodass die Fresszellen effektiver gegen Fremdkörper vorgehen können und nicht jeden einzelnen gesondert auffressen müssen. Dadurch wird der Fremdkörper von Fresszellen besser erkannt. Durch einen Antigen-Antikörperkomplex wird das *Komplementsystem* aktiviert. Dieses System dient ebenfalls als Opsonin, kann aber auch Chemotoxine freisetzen, das sind Gifte, welche einen Angriff auf die Zellmembran ermöglichen. (s. unspezifische Immunabwehr)

Zelluläre spezifische Immunabwehr

Beim zellulären Teil sind, wie am Name erkennbar, Zellen beteiligt, die die Erreger bekämpfen. Wichtig sind die B-Lymphozyten und die T-Lymphozyten, die weiter in T-Killerzellen und

T-Helferzellen unterteilt sind. Die *B-Lymphozyten* können Antigene mit ihren Rezeptoren erkennen und dann dazu passende Antikörper bilden. Dieser Prozess kann durch Gedächtniszellen, das sind spezielle B-Lymphozyten, beschleunigt werden. Entdecken Gedächtniszellen das Antigen, das sie sich „gemerkt haben“, lösen sie sofort eine Immunreaktion aus, die eine schnelle Herstellung von zum entdeckten Antigen passenden Antikörpern zur Folge hat. Wenn sich die Erreger jedoch in körpereigenen Zellen verstecken, kommen die Antikörper nicht mehr an sie heran und die Erreger müssen anders bekämpft werden. Eine Zelle kann beispielsweise durch Viren befallen sein, das erkennen dann *T-Helferzellen* an Fragmenten der Erreger, welche die befallene Zelle an ihrer Oberfläche präsentiert. Die Helferzellen informieren nun die *T-Killerzellen*, indem sie Zytokine freisetzen. Die T-Killerzellen können dann die Membran der infizierten Zellen zerstören, sodass sie absterben.

Exkursion

REBEKKA ANGENENDT

Der Medizinkurs hatte dieses Jahr die einmalige Chance, das Heidelberger Uni Klinikum zu besuchen. Nachdem wir uns in Heidelberg von den übrigen Kursen getrennt hatten, trafen wir uns mit dem Kardiotechniker Lutz Hoffman vor der chirurgischen Klinik, der den ganzen Ausflug organisiert hatte. Als erstes durften wir, in Gruppen unterteilt, bei verschiedenen Herzoperationen hautnah dabei sein. Dazu trennten sich Jungen und Mädchen, um die OP-Schleuse zu durchqueren. Hier mussten wir unsere normale Kleidung ablegen und die grünen OP-Kittel und Hosen überziehen. Außerdem wurden die Hände gründlich gereinigt und desinfiziert genauso wie Hauben und Mundschutz aufgesetzt. So vermummt durften wir dann endlich den OP-Bereich betreten.

Mit Spannung fieberten wir den bevorstehenden Eingriffen entgegen, während wir auf die Gruppeneinteilung warteten. Nachdem dies geschehen war, ging es dann los. Die erste Gruppe begann in OP1, wo eine künstliche Herzklappe eingesetzt wurde. Der zuständige Arzt zeigte

uns das einzusetzende Gerät und erklärte seine Vorgehensweise.

Eine weitere Station war die Herz-Lungen-Maschine, die vor allem in der Herzchirurgie eine wichtige Rolle spielt, um während den Operationen die überlebenswichtige Pumpfunktion des Herzens zu übernehmen. Hierzu werden hauptsächlich Rollenpumpen verwendet. Durch einen Schlauch, welcher von zwei gegenüberliegenden Rollen in die Pumpe gedrückt wird, wird das Blut vom Körper zur Maschine und wieder zurück transportiert. Außerdem übernimmt die Herz-Lungen-Maschine auch die Aufgabe des Gasaustauschs von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid. Dazu werden sogenannte Oxygenatoren verwendet. Diese sind trotz technischer Forschung nur bedingt mit der natürlichen Lungenfunktion vergleichbar, da die Diffusionsfläche wesentlich geringer ist. Um mögliche Verunreinigungen des Blutes durch Plastikrückstände des Schlauches oder Luftbläschen zu vermeiden, werden Blutfilter eingesetzt. Unser Kurs hatte das Glück, drei Pumpen aus Herz-Lungen-Maschinen während der gesamten Akademiezeit benutzen zu dürfen und wir hatten somit schon praktische Erfahrung mit dem Gerät. Da auch viele Ausländer an der Uniklinik arbeiten, hatten wir die Möglichkeit, die Funktion der Maschine bilingual erklärt zu bekommen, das heißt sowohl auf Englisch als auch auf Deutsch.

Zum Schluss besuchten wir noch eine Bypass-OP. Hier wurde ein verengtes Herzkranzgefäß aufgrund einer Infarktgefahr durch ein unbeschädigtes Blutgefäß, welches vorher dem Patienten entnommen wurde, ersetzt. Der zuständige Anästhesist ließ uns seinen Platz am Kopf des Patienten einnehmen, um die Operationen noch besser verfolgen zu können. Auch der beteiligte Kardiotechniker erklärte uns seine Aufgabe. So konnten einige von uns das Kammerflimmern des Herzens nach Entfernung der Maschine miterleben und wie es durch Stromstöße in seinen normalen Rhythmus zurückfand. Dieses Erlebnis war für alle Kursteilnehmer einmalig und unvergesslich. Jedoch konnten nicht alle die gesamte Zeit bei den Operationen zuschauen, da die ungewohnten Szenen und der hohe Luftdruck in den OP-Räumen einigen auf den Kreislauf schlugen und sie zeitweise den OP-Saal verlassen mussten.



Auf diese spannende Erfahrung folgte direkt das nächste Highlight. Die Klinik ermöglichte uns ein Gespräch mit einem Herztransplantierten, seiner Frau und dem zuständigen Kardiotechniker Herrn Berthold Klein, der sich auch schon im OP Bereich um uns gekümmert hat. Außerdem war der Chefarzt Prof. Dr. Matthias Karck am Gespräch beteiligt. Der Patient beantwortete uns freundlich alle Fragen und so konnten wir seinen Lebensweg rekonstruieren. Schon als Kind hatte er Kreislaufprobleme, doch erst im Jahre 2008, nach 2 überlebten Schlaganfällen und 5 Herzinfarkten, wurde seine Krankheit erkannt. Er besaß aufgrund einer Vererbung ein zu großes Herz.

Er erzählte uns von seinen Erlebnissen und berichtete, dass er nach 2 Jahren auf der Warteliste wegen der starken gesundheitlichen Verschlechterung stationär in das Heidelberger Klinikum aufgenommen und die Dringlichkeit seiner Transplantation höher eingestuft wurde. In dieser Zeit, so beschrieb er, hatte er starke Depressionen. Nicht nur Schmerzen und die Überlebensangst trugen dazu bei, sondern auch der Schriftverkehr um die für ihn notwendige finanzielle und medizinische Hilfe griff seine Psyche an. Da er von seinem Umfeld, aufgrund der fehlenden Diagnose, als Simulant dargestellt wurde, war seine Frau eine wichtige Stütze für ihn.

Nach der Operation verbrachte er einige Wochen im Krankenhaus, um sich von dem riskanten Eingriff zu erholen. Die beteiligten Ärzte wiesen uns auf die Maßnahmen hin, die der Patient einhalten muss, um seine Gesundheit nicht zu gefährden. Denn um das fremde Organ nicht abzustößen, muss der Transplantierte regelmäßig Immunsuppressiva einnehmen. Die

Medikamentendosierung ist je nach Patient unterschiedlich und muss durch eine jährliche Biopsie auf ihre Wirksamkeit kontrolliert werden.

Immunsuppressiva sind Medikamente, welche das Immunsystem schwächen. So kann es das fremde Organ nicht abstoßen, was im normalen Zustand der Fall wäre, jedoch können auch die Krankheitserreger nicht effizient abgewehrt werden. Der Patient muss deswegen vor allem in der Zeit nach der Operation stark auf Hygiene achten, zum Beispiel ist der Mundschutz eine Weile Pflicht und auch Handschuhe sind teilweise notwendig, um sich vor Erregern zu schützen.

Der Herztransplantierte kann seinen früheren Beruf als Maurer nicht mehr ausführen, da er aufgrund der Transplantation dieser ständigen körperlichen Anstrengung nicht gewachsen ist. Somit ist er auf die Hilfe des Staates angewiesen. Außerdem besitzt er durch seine Operation einen Schwerbeschädigtenausweis. Trotz all dieser Einschränkungen ist er froh, eine „zweite Chance“ zu haben und will positiv in die Zukunft blicken. Das Gespräch hat uns alle sehr bewegt und uns gezeigt, wie wichtig es ist, sich mit dem Thema Organspende zu beschäftigen.

Nach dem Gespräch und einer kleinen Mittagspause zeigte uns Lutz Hoffman „sein Reich“. Er arbeitet mit Mitarbeitern und Studenten im Herzforschungslabor, wo hauptsächlich Tierversuche durchgeführt werden, bei denen man neue Methoden der Transplantation erforscht. Ein Student zeigte uns seinen Versuch, bei dem er aus einer seziierten Rattenlunge sowie einem Herzen die Stammzellen ausspült, um menschliche Stammzellen auf dem Gewebe anzusiedeln. So könnte man später vielleicht einmal tierische Organe für Transplantationspatienten verwenden. Weitere Versuche mit Rattenorganen wurden uns gezeigt und uns wurde klar, dass Tierversuche, trotz der unschönen Vorstellung, sehr wichtig sind um in der medizinischen Forschung Fortschritte machen zu können.

Nach diesem spannenden und einmaligen Tag fuhren wir alle mit den neuen Eindrücken und todmüde nach Adelsheim zurück. Dieser Ausflug war ein einzigartiges Erlebnis, welches keiner der Teilnehmer missen möchte.



Schlusswort

ALEXANDRA SCHANZ

Unglaublich wertvolle und lustige zwei Wochen liegen hinter uns, die trotz des vollen Programms im und neben dem Kurs, des anspruchsvollen Arbeitens und der Anspannung vor der Abschlusspräsentation viel zu schnell vorübergingen.

In unserem Kurs gewannen wir einen umfassenden Eindruck über die Komplexität unseres Blutkreislaufs, seiner Regulations-, Transport- und Abwehrfunktion. An den beeindruckenden Besuch in der Herzchirurgie der Universität in Heidelberg werden wir uns noch lange zurückerrinnern. Der ganze Kurs war fasziniert, was die Herzchirurgie heutzutage leisten kann.

Wir danken unseren Kursleiterinnen Jana und Maria und unserem Schülermentor Jonathan, die uns mit Geduld, Wissen und Begeisterung die ganze Zeit hindurch begleitet haben. Dieser Kurs machte Lust auf mehr!

Danksagung

Wir bedanken uns ganz herzlich bei Claudia und Werner Gansel, die uns Patientenmonitore der Firma Phillips zur Verfügung gestellt haben.

Ein besonderer Dank gebührt auch Herrn Lutz Hoffmann vom Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Herzchirurgie, Abt. Experimentelle Chirurgie, ohne den der Kurs nicht zustande gekommen wäre. Er hat uns das gesamte Material für die Blutkreislaufmodelle, einschließlich der Pumpen geliehen.

Herrn Berthold Klein vom Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Herzchirurgie, Abt. Kardiotechnik danken wir für den unvergesslichen Exkursionstag, an dem wir Herzoperationen erleben und ein Gespräch mit einem Herztransplantierten führen konnten.

Quellenangaben

- Arbeitsbuch Anatomie und Physiologie, Erica Jecklin, 12. Auflage 2004, Elsevier GmbH, München
- Der Mensch. Anatomie und Physiologie, Johann S. Schwegler, 3. Auflage 2002 Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- Mutschler Arzneimittelwirkungen, Ernst Mutschler, Gerd Geisslinger, Heyo K. Kroemer, Peter Ruth, Monika Schäfer-Korting, 9. Auflage 2008, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart
- Erlebnis Naturwissenschaft Biologie, Imme Freundner-Huneke, Viktoria Mathias, Schroedel
- Erkrankungen der Arterien und Venen, Michael Anderson, Naumann & Göbel
- Herz(ens)-Probleme, Rüdiger Dahlke, Droemersch Verlaganstalt Th. Knaur Nachf., April 1980
- Nautilus Biologie 2, Gregor Hoffman, Rainer Nowak, Eva-Maria Schnebel-Moor, 2006, Bayerischer Schulbuchverlag GmbH, München
- Physiologie, Deetjen, P., Speckmann, E.-J., 2. Auflage, Urban und Schwarzenberg 1994
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Hämoglobin> (29. 9. 2012 11:09)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Hämostase> (8. 9. 2012 14:23)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Herzinfarkt> (25. 8. 2012 10:13)
- http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Ursachen_Herzinfarkt_etc.png (25. 8. 2012; 10:16)
- <http://www.fid-gesundheitswissen.de/innere-medicin/herzinfarkt/herzinfarkt-entstehung> 25. 8. 2012 10:13)
- <http://www.bluthochdruck.medhost.de/allgemeines.html> (8. 9. 2012, 9:58)
- http://www.onmeda.de/krankheiten/herz_kreislauf/blutdruck/blutdruck-definition-14531-2.html (8. 9. 2012 10:12)
- <http://www.onmeda.de/krankheiten/schlaganfall.html> (22. 9. 2012 10:45)
- <http://www.pflegewiki.de/wiki/Blutdruck> (8. 9. 2012 10:14)
- <http://flexikon.doccheck.com/de/Herzminutenvolumen> (10. 9. 2012 16:38)
- <http://www.pflege-kurse.de/006kursdemo01.asp?KID=18&seitennummer=4> (10. 9. 2012 17:35)

- <http://www.herz.hexal.de/erkrankungen/bluthochdruck> (16. 9. 2012 16:53)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Pulsamplitude> (16. 9. 2012 16:35)
- http://p26251.typo3server.info/fileadmin/user_upload/PDFs/3Herztag_Mueller.pdf (16. 9. 2012 16:58)
- <http://www.herz.hexal.de/grundwissen/fachbegriffe> (16. 9. 2012 17:00)
- <http://www.generika.ch/webautor-data/37/herz-kreislauf-de.pdf> (16. 9. 2012 17:02)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Hypertonie> (21. 9. 2012 16:10)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Immunsystem> (22. 9. 2012 19:34)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Antikörper> (22. 9. 2012 21:00)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/B-Lymphozyt> (25. 9. 2012 18:10)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Zentrifuge> (30. 9. 2012 15:29)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Monozyt> (17. 9. 2012 18:20)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Immunsystem> (15.09.2012, 14.14)
- <http://flexikon.doccheck.com/de/Blutplasma> (14. 9. 2012 14:43)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Mineralstoff> (14. 9. 2012 14:30)

