

## Die Niere

Beim Menschen liegen die Nieren zu beiden Seiten der Wirbelsäule an der hinteren Wand der Bauchhöhle. Ein langer, enger Schlauch, der Harnleiter führt den Harn zur Harnblase ab. Starke Blutgefäße versorgen die Nieren reichlich mit Blut:

die Nieren gehören zu den am stärksten durchbluteten Organen des Körpers. Obwohl sie nur etwa 1 % des Körpergewichts ausmachen, werden sie von 20—25 % des Blutes durchflossen, das aus der linken Herzkammer gepumpt wird.

Im Schnitt erkennt man einen inneren Hohlraum, das Nierenbecken. Aus ihm entspringt der Harnleiter. Die dicke Wand besteht aus der äußeren gekörneltten Rindenschicht und der inneren, radial gestreiften Markschicht. Aus der Marksschicht springen 10—15 kegelförmige Nierenpyramiden gegen das Nierenbecken vor. Der eigentliche Ausscheidungsapparat wird von den Nephronen (über 1 Million) gebildet. Jedes Nephron besteht aus einem Nierenkörperchen und dem daraus abgehenden Nierenkanälchen.

In jedes Nierenkörperchen führt eine kleine Arterie (Arteriole). Sie verzweigt sich innerhalb der doppelwandigen Bowmanschen Kapsel zu einem Knäuel von Kapillaren (Glomerulus). Diese vereinigen sich wieder zu einer Arteriole, die aus dem Nierenkörperchen herausführt und sich erneut in Kapillaren aufteilt. Diese bis zu 4 cm langen Kapillaren begleiten das Nierenkanälchen und münden in eine kleine Ve-ne (Venole).

Das Nierenkanälchen ist in der Rindenschicht aufgeknäuelte, geht in einer Schleife (*Henleschen Schleife*) gerade durch die Markschicht und wieder zurück in die Rinde, Dort knäuelte es sich erneut und endet in einem *Sammelkanälchen*, das auf der Spitze der Nierenpyramide in das Nierenbecken mündet. Die Wand der Nierenkanälchen ist nur eine Zelllage dick.

Durch die Wand der Kapillaren und die angrenzende Wand der Bowmanschen Kapsel wird Flüssigkeit (Primärharn) aus dem Blutplasma ins Innere des Nierenkanälchens gepresst. Blutzellen und die meisten Proteinmoleküle sind zu gross, als dass sie durch die feinen Poren dieser Wände gedrückt werden könnten. Der Primärharn enthält aber alle anderen ins Blutplasma vorkommenden Stoffe in der dort vorliegenden Konzentration. Er scheint also auf die gleiche Weise zu entstehen wie die Gewebeflüssigkeit im Kapillargebiet. Allerdings ist der Blutdruck in den Kapillaren des Nierenkörperchens höher als in anderen Kapillargebieten, weil die zuführende Arterie und die Arteriolen besonders weit und kurz sind.

Da Proteine zurückgehalten werden, steigt der durch sie hervorgerufene osmotische Druck des Blutplasmas beim Durchströmen des Nierenkörperchens immer mehr an. Dies hat eine Sogwirkung zur Folge, die dem Blutdruck beim Auspressen der Flüssigkeit entgegenwirkt. Deshalb gelangen nur etwa 20% des durch die Nieren fließenden Plasmawassers in die Nierenkanälchen. Dennoch bilden Erwachsene pro Tag ca. 180 l Primärharn. Während des Abflusses durch die erste Aufknäuelung des Nierenkanälchens werden dem Primärharn vor allem durch aktive Transportvorgänge die verwertbaren Stoffe wieder entzogen, sie gelangen dadurch in die Gewebeflüssigkeit der Niere. Infolge des Stoffentzugs sinkt der osmotische Druck des Harns unter den des umgehenden Gewebes, so dass auf osmotischem Wege (also passiv) ein großer Teil des Wassers ebenfalls in die Gewebeflüssigkeit ausströmt. Es werden auch Stoffe über die Wandzellen der Nierenkanälchen in den Primärharn abgesondert (u.a. Drogen, Medikamente, etc). Bis zum Erreichen der Henleschen Schleife verliert der Primärharn bereits 75% des Wassers. Ein weiterer Wasserentzug findet in der Henleschen Schleife, in dem geknäueltten Endabschnitt des Nierenkanälchens und in den Sammelrohren statt. Eine wichtige Rolle spielt dabei ein Konzentrationsgefälle im Nierengewebe, das von den Henleschen

Schleifen erzeugt wird. Sie wenden das Gegenstromprinzip an.

Der absteigende Schenkel der Haarnadelschleife ist wasserdurchlässig, der aufsteigende aber wasserdicht. Aus dem aufsteigenden Schenkel wird dauernd aktiv NaCl in den Außenraum (Zwischeneinzellflüssigkeit) gepumpt. Auf diese Weise erhöht sich die osmotisch wirksame Kochsalzkonzentration der Zwischenzellflüssigkeit. Daher diffundiert Wasser aus dem benachbarten absteigenden Schenkel der Henleschen Schleife. Wegen der dauernden Wasserabgabe nimmt die Konzentration der Flüssigkeit im absteigenden Schenkel bis zur Haarnadelbiegung kontinuierlich zu. Je konzentrierter sie aber wird, desto weniger Wasser kann in die Zwischenzellflüssigkeit ausströmen. Deshalb nimmt auch die Konzentration der Zwischenzellflüssigkeit an Ionen zum Nierenbecken hin ständig zu. Auf ihrem Weg durch den aufsteigenden Schenkel nimmt andererseits die Ionenkonzentration der Schleifenflüssigkeit ab, weil laufend  $\text{Cl}^-$  und  $\text{Na}^+$  Ionen abgegeben werden. Die Gegenstromsanordnung führt also zu einem Konzentrationsgefälle vom Nierenbecken zur Nierenrinde.

Wie werden aber Wasser und Kochsalz aus der Zwischenzellflüssigkeit des Nierengewebes entfernt? Wie entsteht aus der verdünnten Schleifenflüssigkeit des aufsteigenden Schenkels konzentrierter Harn?

Die Wände der Kapillaren, die an den Henleschen Schleifen entlangziehen, sind durchlässig für Wasser und Ionen. Der hohe, durch Proteine verursachte osmotische Druck des Blutplasmas bewirkt einen Einstrom von Wasser in die Kapillaren und damit eine Rückführung von Wasser ins Blutgefäßsystem. Auch Ionen diffundieren daraufhin ins Blutplasma, weil sie dort schließlich in geringerer Konzentration vorliegen. Die Erzeugung des konzentrierten Harns erfolgt endgültig in den Sammelrohren. Diese sind durchlässig für Wasser. Wegen des Konzentrationsgefälles im Nierengewebe verlässt Wasser auf seinem Weg zum Nierenbecken die Sammelrohre auf ihrer ganzen Länge. Es wird von den Kapillaren im Bereich der Henleschen Schleifen, aber auch im Bereich der zweiten Aufknäuelung aufgenommen und wegtransportiert. Auch ein Teil des Harnstoffs folgt dem Wasser in Richtung Gewebeflüssigkeit, wo er zur Erhaltung des Konzentrationsgefälles beiträgt.

Der Endharn, der aus den Sammelrohren aus fließt, verändert seine Zusammensetzung auf dem Weg durch Harnleiter, Blase und Harnröhre nicht mehr. Wie viel Wasser aus den Nierenkanälchen zurückgewonnen wird, welche Konzentration der Harn also annimmt, wird durch ein Hormon der Hypophyse (Adiuretin) bestimmt. Je mehr Adiuretin im Blut ist, desto mehr Wasser diffundiert aus den Sammelrohren in die Zwischenzellflüssigkeit des Nierengewebes zurück und von da ins Blutplasma, desto konzentrierter wird der Endharn (geringer Wasserverlust des Körpers). Bei abnehmendem Adiuretingehalt des Blutplasmas diffundiert dagegen immer weniger Wasser aus den Sammelrohren, es wird ein schwach konzentrierter Endharn erzeugt (hoher Wasserverlust des Körpers).

Die Adiuretinabgabe aus der Hypophyse wird geregelt. Besondere Sinneszellen (Fühler) im Zwischenhirn (Regler) bestimmen den osmotischen Wert der Zwischenzellflüssigkeit (Lymphe). Je höher der osmotische Wert ist, desto mehr Adiuretin wird abgegeben, je niedriger, desto weniger. Die Sammelrohre sind die Stellglieder des Regelkreises, der bewirkt, dass der Salzgehalt (Regelgröße) der Körperflüssigkeiten weitgehend konstant bleibt.

### Aufgaben:

- 1.) Welche Bestandteile gehören zur Niere?
- 2.) Welche Aufgabe hat die Niere?
- 3.) In welche Schichten kann man die Niere aufteilen?
- 4.) Was ist ein Nephron?
- 5.) Was ist Primärharn?
- 6.) Wie wird der Endharn gebildet?
- 7.) Zeichnen Sie bei der Abbildung den Austritt von Wasser, NaCl und Harnstoff ein.
- 8.) Wie wird die Osmose geregelt?

