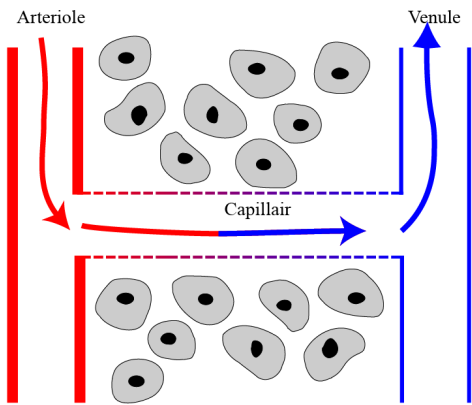
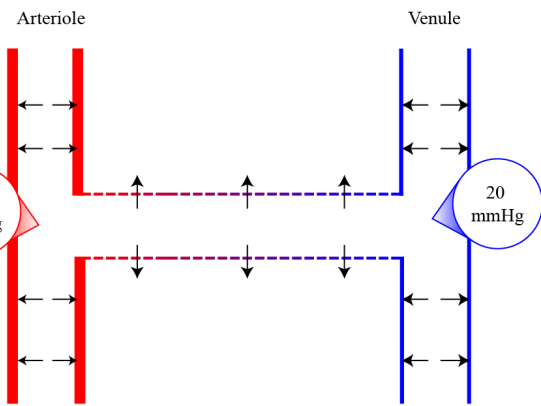


B.5.3. De Capillairen

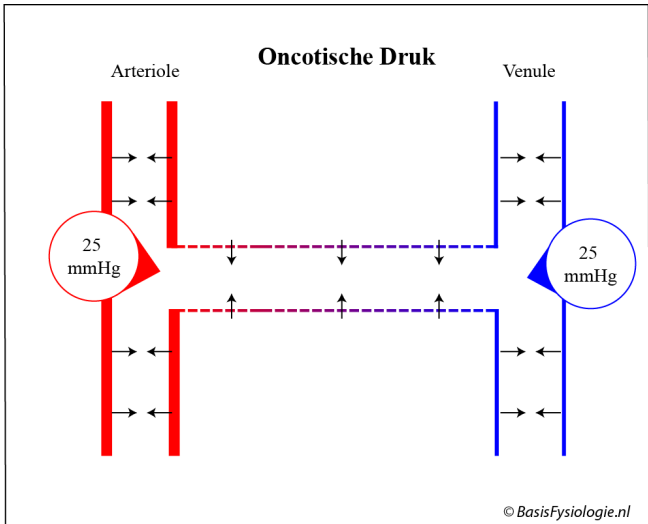
Doel: De functie van de haarvaten (=capillairen) is het transporteren van voedingsstoffen en zuurstof uit het bloed naar alle weefsels in het lichaam en het verzamelen van afvalstoffen uit deze weefsels terug in het bloed.

A. Hydrostatische druk in de capillairen (= haarvaten):

1. De capillairen hebben niet een gespierde wand. In feite hebben ze maar één laag cellen. Dit worden endotheelcellen genoemd.	 © BasisFysiologie.nl
2. Door deze dunne wand kunnen water en kleine moleculen gemakkelijk door deze poreuze laag cellen heen filtreren (=sijpelen). In feite werkt het capillaire membraan als een filter; grote moleculen en afzonderlijke cellen kunnen het membraan niet passeren.	 © BasisFysiologie.nl
3. De bloeddruk in de arteriolen, aan het begin van de haarvaten, is typisch 30 mm Hg. Bedenk dat de bloeddruk langs het arteriële systeem is gedaald van ongeveer 120/80 naar 30 mm Hg (vanwege de arteriolen). Bovendien is de bloedstroom niet meer pulserend. Deze druk wordt de hydrostatische druk genoemd.	6. Tegelijkertijd is de druk buiten de haarvaten, in de interstitiële ruimte, veel lager; ongeveer 0 mm Hg.
4. Aan het begin van het capillair is de hydrostatische druk dus 30 mm Hg. Maar aan het einde van het capillair is deze hydrostatische druk gedaald tot ongeveer 20 mm Hg.	8. Sterker nog, als er niets anders zou zijn, zouden we snel al ons water (5 liter bloed) verliezen in de grotere interstitiële ruimte (typisch 10-15 liter); we zouden dan een enorm oedeem ontwikkelen en meteen sterven aan cardiovasculaire shock.
5. Waarom? Vanwege de weerstand van de capillaire wand tegen de bloedstroom, net als in de arteriolen.	
7. Daarom zou het drukverschil (=gradiënt) tussen binnen en buiten het capillair 20-30 mm Hg zijn. Dit is best veel.	

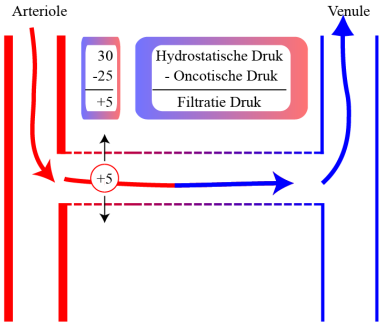
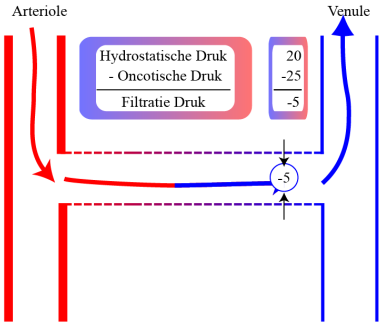
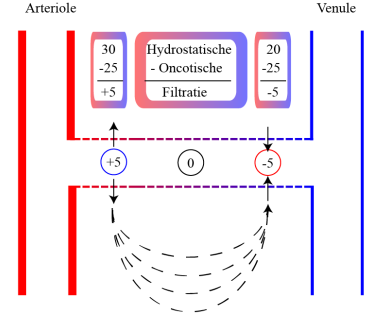
9. Dit gebeurt natuurlijk niet en dit komt door de **oncotische** druk en het capillaire uitwisselingssysteem.

B. Oncotische druk in de haarvaten:

1. De oncotische druk is een osmotische druk. Dit komt omdat de capillairen de filtratie van water en kleine moleculen mogelijk maken, maar niet van grote moleculen (zoals albumine). Als deeltjes een muur niet kunnen passeren maar water wel, dan wordt water getransporteerd en is er sprake van osmose. (Herinner je je osmose? Zie A.2.3. Passieve transportsystemen)	 © BasisFysiologie.nl
2. De hoogte van de oncotische druk wordt bepaald door het aantal deeltjes dat niet door het membraan kan filtreren. Over het algemeen is dit ongeveer 25 mm Hg.	4. Nu gaan we deze twee drukken tegen elkaar 'uitspelen'!
3. Bovendien is de oncotische druk, in tegenstelling tot de hydrostatische druk, constant over de lengte van de capillairen.	6. De oncotische druk werkt in de tegenovergestelde richting; het is een 'zuigende' druk. Het absorbeert water van buiten naar binnen in het capillair.

C. Het capillaire uitwisselingssysteem: (ook wel het Starling-uitwisselingssysteem genoemd):

1. Nu wordt het interessant!	2. Er zijn twee drukken die de vloeistofstroom in de haarvaten beïnvloeden.
3. De hydrostatische druk duwt de bloedvloeistof uit de haarvaten.	4. En de oncotische druk 'zuigt' de vloeistof van buiten terug de haarvaten in!

5. Je kunt nu het drukverschil tussen de twee drukken berekenen: $\text{Hydrostatische druk} - \text{Oncotische druk} = \text{Filtratie druk.}$	6. Dus aan het begin van het capillair is de filtratiedruk: $30 - 25 = +5 \text{ mm Hg.}$
7. Dit betekent dat er wat water van de binnenkant van het capillair naar buiten in de interstitiële ruimte zal stromen. Dit is echter aan het begin van het capillair.	8. Aan het einde van het capillair zijn de dingen veranderd. De hydrostatische druk is afgenomen (vanwege de capillaire weerstand). Dus, aan het einde van het capillair, is de hydrostatische druk gedaald tot ongeveer 20 mmHg.
Bij het begin van een capillair:  © BasisFysiologie.nl	Aan het einde van een capillair:  © BasisFysiologie.nl
9. Maar de oncotische druk aan het einde van het capillair is niet veranderd. Dit komt omdat het aantal deeltjes dat het capillaire membraan niet kan passeren niet is afgenomen (ze konden er niet uit; weet je nog?).	10. Dus aan het einde van het capillair is de hydrostatische druk (20 mm Hg) lager geworden dan de oncotische druk (25 mm Hg).
11. De netto filtratiedruk is nu negatief ($20 - 25 = -5$ mm Hg), wat betekent dat water nu wordt opgenomen ('aangezogen') in het capillair. 12. Kortom, het water dat aan het begin (dicht bij de arteriolen) de haarvaten verlaat, wordt nu aan het einde van de haarvaten weer opgenomen.	Netto Filtratie Druk:  © BasisFysiologie.nl
13. Doordat het water dat eruit gaat, (kleine) voedingsstoffen en opgeloste zuurstof bevat, stroomt dit 'automatisch' naar de cellen. Tegelijkertijd stroomt het water uit de cellen, die afvalstoffen en CO2 bevatten, automatisch terug aan het einde van de haarvaten. Het water aan het begin wordt	

aan het einde verwisseld met water; vandaar de naam van het systeem (**uitwisselingssysteem!**).

D. Enkele technische details:

1. De oncotische druk wordt bepaald door de grootte van de opgeloste deeltjes die het capillaire membraan niet kunnen passeren. Dit is ongeveer 50.000-60.000 molecuulgewichten. Dit betekent dat alle grote eiwitten en alle bloedcellen het membraan niet kunnen passeren. Het meest voorkomende eiwit dat het membraan niet kan passeren is albumine (molecuulgewicht 69.000).	2. In de bovenstaande beschrijving gingen we ervan uit dat de interstitiële druk 0 mmHg was. Evenzo gingen we ervan uit dat de oncotische druk in de interstitiële ruimte ook 0 mmHg is. Maar beide aannames zijn niet altijd waar. In de darmen bijvoorbeeld zijn er na een maaltijd veel voedseldeeltjes in de interstitiële ruimte van de darm.
3. Als de interstitiële hydrostatische en/of oncotische druk niet nul is, moet men eerst de reële hydrostatische drukgradiënt (= het verschil tussen de bloeddruk en de interstitiële druk) en de reële oncotische gradiënt (= het verschil tussen de oncotische bloeddruk en de interstitiële oncotische druk) alvorens de filtratiedruk te berekenen. (Zie voorbeeld).	Voorbeeld: Hydrostatische Druk: Bloed hydrostatische druk= 32 mmHg Interstitiële hydrostatische druk= 3 mmHg Hydrostatisch gradient= 29 mmHg Oncotische Druk: Bloed oncotische druk= 25 mmHg Interstitiële oncotische druk= 5 mmHg Oncotische gradient = 20 mmHg Netto filtratie druk= 29-20 mmHg = +9 mmHg
4. De hydrostatische druk is niet altijd in alle delen van het lichaam gelijk. Het is overal ongeveer hetzelfde als iemand platligt. Wanneer een persoon staat, is de bloeddruk in de benen echter hoger vanwege het gewicht van de bloedkolom (5-10 mm Hg extra).	5. De doorlaatbaarheid van de meeste haarvaten werkt op de hierboven beschreven manier. Er zijn echter ook capillairen in het lichaam die ofwel veel beter doorlatend zijn (zoals de gefenestreerde capillairen in de darmen en de nieren en de sinusoidale capillairen in lever en beenmerg) maar ze kunnen ook nog veel minder doorlaatbaar zijn (zoals de bloed-hersenbarrière in de hersenen).

E. Pathologie: Oedeem

1. Het capillaire uitwisselingssysteem is niet alleen belangrijk in het normale dagelijkse leven om onze cellen in leven te houden. Het systeem legt ook uit wanneer er iets misgaat en oedeem (= weefselzwellings) ontstaat.	2. Er zijn in wezen drie situaties waarin er iets misgaat in dit systeem en er oedeem ontstaat: • wanneer de oncotische druk te laag wordt • wanneer de hydrostatische druk te hoog wordt • wanneer het capillaire membraan te lek wordt.
3. Oncotische druk is te laag. Dit is de situatie wanneer de hoeveelheid deeltjes in het bloed, die de capillaire wand niet kunnen passeren, te laag wordt. Dit is meestal het geval met albumine. Albumen is het meest voorkomende eiwit in ons bloed. Bij ondervoeding (=chronisch gebrek aan voedsel) wordt de bloedalbumine gebruikt voor energie. Dit zal de eiwitconcentratie in het bloed verlagen, en daarmee de oncotische druk.	4. Daarom zou in plaats van een waarde van 25 mm Hg de oncotische druk kunnen dalen tot bijvoorbeeld 20 mm Hg. Dat betekent dat er meer vocht het capillair verlaat en minder wordt geresorbeerd, wat leidt tot ophoping van vocht in het weefsel; oedeem! Dit wordt gezien in gevallen van ondervoeding, zoals vaak wordt gezien in arme, onderontwikkelde landen. Herinner je je de kleine kinderen op tv met een dikke buik maar dunne armen??? De buiken zijn groot omdat ze gevuld zijn met vocht (oedeem in de peritoneale ruimte (=buik), dit wordt ascites genoemd). Deze kinderen zijn ernstig ondervoed.
5. Hydrostatische druk is te hoog. Als de hydrostatische druk te hoog is, zal er meer vloeistof het capillair verlaten naar de interstitiële ruimte toe. Dit kan worden veroorzaakt door een te hoge arteriële druk of een te hoge druk in de aderen. Deze aandoening treedt vaak op wanneer het hart niet goed werkt (bijvoorbeeld gezwollen enkels).	6. Een probleem met het capillaire membraan. Als het capillair niet goed functioneert en te lek wordt, zal de oncotische druk lager zijn (omdat dit wordt bepaald door de hoeveelheid deeltjes die de capillaire wand niet passeren). Dit kan bijvoorbeeld gebeuren tijdens een infectie. Een typisch voorbeeld is de steek van een bij. De bij injecteert een giftige stof waardoor het capillair gaat lekken. Hierdoor ontstaat op die plek een zwelling.