

Lymfsystemet – håller vårt blodtryck i balans och är kroppens viktigaste skydd mot infektioner

Jennie Jansson

Populärvetenskaplig sammanfattning av Självständigt arbete i biologi 2012
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Varje dag förlorar ditt blodomlopp ca 4 liter vätska och hela 50 % av dess proteiner. Allt det som blodomloppet förlorar samlas upp i hålrummen mellan kroppens celler. Hur kan det då komma sig att vi inte blir större och större för varje dag? Det är nämligen så fiffigt ordnat att vårt lymfsystem fungerar som en sug. Systemet suger upp all den vätska och proteiner som gått förlorat och för det tillbaka till blodomloppet. Förutom blodets egna celler och vätska kan det finnas bakterier och andra sjukdomsframkallande organismer i den vätska som tas upp av lymfsystemet. För att dessa organismer inte ska komma in i blodet måste vätskan, som nu har namnet lymfa, renas. Denna rening sker inuti lymfsystemet i dess lymfnoder.

Svullnad, syrebrist, förödande konsekvenser

Vad skulle hända om lymfsystemets förlorar förmågan att suga upp den överfödiga vätskan, eller om den slutar att rena lymfan?

Om förmågan att ta upp vätska förloras kommer två saker inträffa. Det första man ser är att det området där vätskeupptagningsförmågan slutat fungera, börjar fyllas med vätska och kroppsdelens svullnar upp. Det andra som inträffar när vätskan inte tas upp och förs tillbaka till blodet är att blodvolymen minskar. När volymen blod minskar kommer blodtrycket att sjunka. Ett sänkt blodtryck leder till att hjärtat inte kan pumpa ut blod till alla delar av kroppen. De delar som inte får något blod kommer drabbas av syrebrist och viktiga funktioner i kroppen kan komma att slås ut. Hjärnan är det organ som är mest känsligt för syrebrist, så personer som drabbas av syrebrist kan komma att förlora medvetandet och svimma.

Om det istället är lymfsystemets förmåga att rena vätskan som är ur funktion kan det få förödande konsekvenser. Vätskan som finns mellan cellerna kommer då transporteras tillbaka till blodomloppet utan att ha genomgått rening. Det innebär att alla de bakterier och andra organismer som finns i lymfan transporteras till blodomloppet och sprids ut i hela kroppen.

Lymfsystemets uppgift och uppbyggnad

Vilka uppgifter har lymfsystemet?

Lymfsystemet har flera uppgifter. Två av de viktigaste uppgifterna är att återföra den vätska och proteiner som tryckets ut ur blodomloppet tillbaka till blodet och på så sätt upprätthålla en konstant blodvolym. Det andra är att lymfsystemet utgör en mycket viktig del i kroppens immunförsvar. Det är i lymfsystemets lymfnoder som immunförsvaret initieras och det är härifrån som försvarsceller skickas ut i kroppen och går till attack mot angripare.

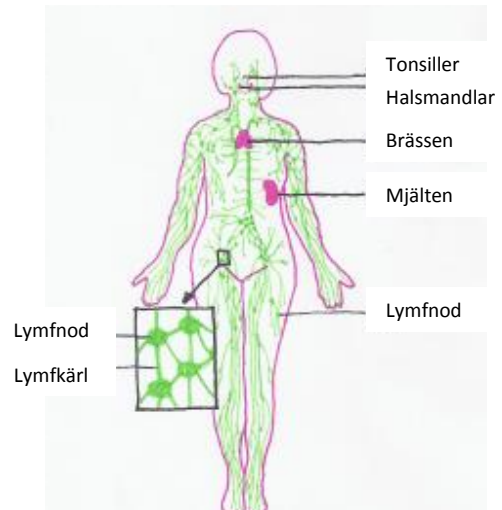
Hur är lymfsystemet uppbyggt?

Lymfsystemet är uppbyggt av ihåliga kärl som är sammankopplade med varandra. Tillsammans bildar dessa sammankopplade kärl ett nätverk som sträcker sig genom hela kroppen. Det är till detta nätverk som vätskan och proteinerna mellan kroppens celler sugas upp och bildar lymfa. Lymfan kommer stanna kvar inuti kärnen tills att den transporterats genom hela nätverket för att slutligen föras tillbaka till blodomloppet. Under sin färd i lymfsystemet kommer lymfan passera genom flertalet lymfnoder samt att en liten volym av

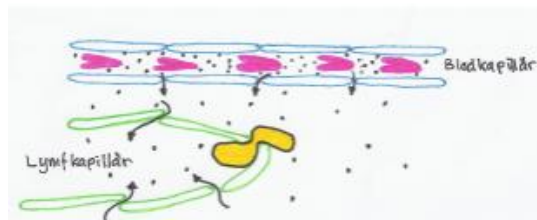
lymfan kommer passera genom större lymfatiska organ: tonsiller, halsmandlar, brässen eller mjälten (Fig. 1). Det är när lymfan passerar genom lymfnoderna som den rensas från diverse bakterier och främmande organismer.

Hur tar lymfsystemet upp vätskan och proteiner?

Varje dag förlorar blodomloppet flera liter vätska och 50 % av dess proteiner. När vätskan och proteinerna har tryckts ut ur blodomloppet hamnar de i utrymmet mellan kroppens celler (Fig. 2). Vätskan och proteinerna trycks ut i början av blodkapillärerna, de smalaste och tunnaste kärlen i blodomloppet. En viss mängd av vätskan och proteinerna går tillbaka in i blodomloppet, i slutet av kapillärerna, medan resterande del förblir kvar mellan cellerna.

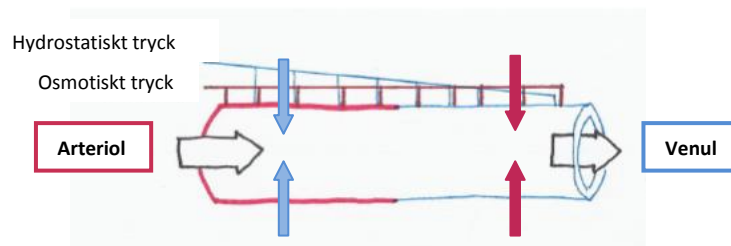


Figur 1 visar lymfsystemets utsträckning i kroppen samt placeringen av lymfnoder och de lymfatiska organen.



Figur 2 Vätska och proteiner trycks ut ur blodkapillären till utrymmet mellan cellerna och tas upp av lymfkapillären. Större celler tar sig inte genom hållrummen och förblir kvar i blodkapillären, t.ex. röda blodkroppar (röda strukturer). Den vita blodkroppen (gula strukturen) är större än den röda blodkroppen men betydligt mer formbar, vilket gör att den kan passera genom hållrummen i kapillärerna.

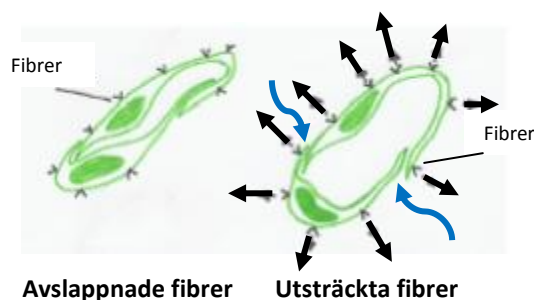
Att vätska och proteiner trycks ut ur kapillären beror på att det hydrostatiska trycket, som alltid är riktat ut ur kapillären, är mycket högre än det osmotiska trycket som är riktat in mot kapillären. Det mesta av vätskan och proteinerna som trycks ut, återgår till blodomloppet. Denna återabsorption sker i slutet av kapillären. Återabsorption är möjligt genom att det hydrostatiska trycket, vilket sjunker längs med kapillären, nu är lägre än det osmotiska trycket. När det osmotiska trycket är högre än det hydrostatiska flödar vätska och proteiner tillbaka in i blodkapillären (Fig. 3). Det överskottet av vätska och proteiner som nu befinner sig mellan kroppens celler kommer tas upp av lymfsystemet.



Figur 3 Det osmotiska trycket som är konstant längs hela blodkapillären, leder vätska från utrymmet mellan cellerna in i blodkapillären, vätskeflödet visas av de röda pilarna. Det hydrostatiska trycket som leder vätska ut ur blodkapillären, vätskeflödet visas av de blå pilarna, sjunker längs med blodkapillären. Det är högst i kapillärens arteriella del och sjunker i riktning mot vensidan (blåa sträcket). När det hydrostatiska trycket är högre än det osmotiska trycket, trycks vätska och proteiner ut ur kapillären, detta sker över ca 75 % av kapillären. På det ställe av kapillären som nettotrycket är noll kommer krafterna att ta ut varandra och vätskeflödet upphör. När det osmotiska trycket är högre än det hydrostatiska trycket, trycks vätska och proteiner in i kapillären, detta sker på vensidan.

Lymfsystemet tar upp vätskan och proteinerna som finns mellan kroppens celler med sina lymfkapillärer, de smalaste och tunnaste kärlen i lymfsystemet. Det som gör att lymfsystemet tar upp vätska och proteiner är lokala förändringar i lymfkapillärens struktur, som gynnar en transport av den interstitiella vätskan över lymfkapillärens vägg. De krafter som verkar på lymfsystemet är de samma som verkar på blodomloppet, det hydrostatiska trycket och det osmotiska trycket. De förändringar som sker i lymfkapillärerna beror på volymförändringar i omgivningen.

Det är nämligen så att lymfkapillärerna kollapsar om de inte hålls uppe av fibrer, kopplade till omgivningen. Så om det sker en volymökning i omgivningen runt lymfkapillären kommer dessa fibrer att sträckas ut och lymfkapillären kommer att vidgas och dess volym kommer att öka. När volymen ökar blir det hålrum mellan lymfkapillärens celler där vätska och proteiner kan ta sig in (Fig. 4).



Figur 4 Vid konstant volym ligger lymfkapillärens celler omlott och det är svårt för vätska och proteiner att ta sig in. Då volymen ökar ströks fibrerna och cellerna dras isär, vätska och proteiner kan då ta sig in genom hålrummen som bildas mellan lymfkapillärens celler (blå pilar).

För att ny lymfa ska bildas måste den lymfa som redan finns i kapillärerna transporteras bort, in till de större lymfkärlen. Detta drivs av tryckförändringar i den omkringliggande vävnaden. Varje tryckökning i den omkringliggande vävnaden leder till en tryckökning i lymfkärlet och lymfan pressas då i riktning mot blodomloppet. För att lymfan inte ska kunna rinna tillbaka ner i nätverket är lymfkärlens insida försedda med enkelriktade klaffar.

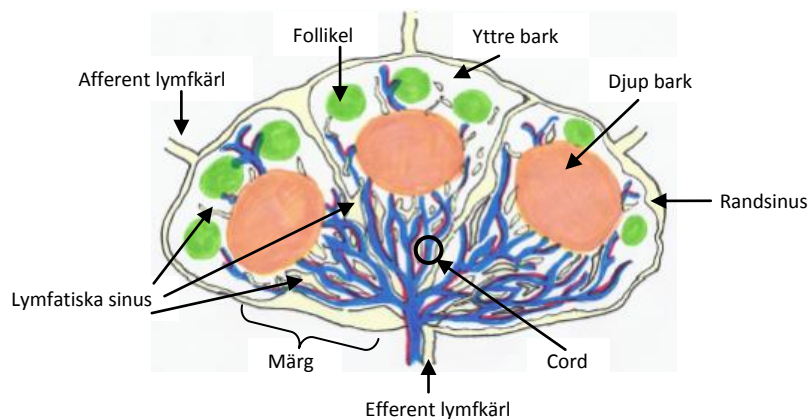
Lymfsystemet har ingen pump som kan pumpa lymfan genom systemet utan förlitar sig enbart på dessa tryckskillnader. För att lymfsystemet ska kunna ta upp vätska och proteiner måste hela lymfsystemet vara intakt. Det kan alltså inte vara avbrutet eller trasigt på något ställe då lymfan skulle sippra tillbaka ut mellan cellerna. tryckskillnader bildas på många olika sätt, till exempel genom att man rör på musklerna eller genom att man trycker på kroppen, som vid massage.

Hur renar lymfsystemet lymfan?

Under färden i lymfsystemet passerar lymfan genom flertalet lymfnoder. En vuxen människa har sammanlagt ungefär 450 lymfnoder och det är inuti dessa som lymfan renas från diverse bakterier och andra organismer.

Lymfnodens struktur

Alla lymfnoder är uppbyggda på ett likartat sätt, de består av speciella strukturer. Trots det kan de variera i utseende. Det som avgör lymfnodens utseende är hur dessa strukturer är placerade och antalet av varje struktur. Det alla lymfnoder ändå har gemensamt är att de innehåller lymfoida lober. Små lymfnoder består av få eller till och med enbart en lob, medan större lymfnoder kan innehålla ett stort antal. Dessa lober är konformade och placerade intill varandra med den bredaste delen utåt och smalnar av inåt i lymfnoden. Loberna har ingen kontakt med varandra förutom längst in i lymfnoden (Fig. 5).



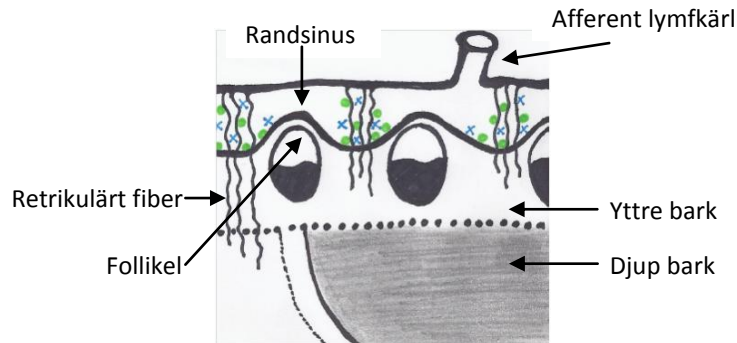
Figur 5 En liten lymfnod innehållande tre lymfoida lober. Varje lymfatisk lob innehåller folliklar, yttre bark, djup bark, märg, lymfatiska sinus och corder.

Varje lob består av yttre bark, djup bark, märg, lymfatiska sinus, retrikulärt nätverk och av corder. Om det skulle bli en förändring i någon av dessa strukturer kommer hela loben att förändras. Det innebär att lymfnoden som innehåller den förändrade loben kommer att förändras i det område där loben är placerad.

Till varje lymfnod ansluts flera lymfkärl, så kallade afferenta lymfkärl. Var och en skapar de en öppning så att lymfan kan ta sig in i lymfnoden. När lymfan kommit in i lymfnoden sprids den enbart över en lob. Det är i loben som lymfan genomgår reningsprocessen. När lymfan passerat genom loben förs den ut ur lymfnoden tillsammans med lymfan från de andra loberna. Det finns bara ett lymfkärl som för ut all lymfa från lymfnoden, det efferenta lymfkärlet.

Lymfnodens renande effekt

De celler och organismer som kommit in med lymfan genom det afferenta lymfkärlat hamnar och sprids över ett begränsat område i randsinus. Randsinus är ett hålrum fyllt av lymfa som ligger precis under lymfnodens kapsel. Den inkomna lymfan kommer bara stimulera de strukturer som ligger under det begränsade området, en lob. Lymfburna ämnen exempelvis antigen och lymfocyter hittas oftast i de områden i randsinus som ligger över den yttre barken som inte innehåller folliklar (Fig. 6).



Figur 6 De lymfocyter (cirklar) och antigen (kryss) som kommer in med lymfan fäster mot retikulära fibrer i de områden av randsinus som sträcker sig ut över den yttre barken belägen mellan folliklar.

I dessa områden kommer antigenerna och lymfocyterna i kontakt med retikulära fibrer. De retikulära fibrerna tar upp antigenerna och lymfocyterna och transporterar dem till cordinätverket. Cordinätverket för antigenerna och lymfocyterna till den struktur i loben som respektive lymfocyt hör hemma och är verksamma i. Det finns två typer av lymfocyter i immunförsvaret, T-lymfocyter och B-lymfocyter. T-lymfocyter hör hemma och är verksamma i den djupa barken och B-lymfocyter hör hemma och är verksamma i folliklarna, vilka återfinns i den yttre barken. Det lymfinnehåll som inte tas upp av de retikulära fibrerna transporteras vidare till margsinus där det bryts ned av makrofager, vilka är ansamlade i övergången mellan randsinus och margsinus. Makrofagernas uppgift är att rena den lymfa som inte renats av de retikulära fibrerna. När lymfan passerat ansamlingen av makrofager är den renad och kan lämna lymfnoden.

Immunförsvaret startar först när en lymfocyt, som befinner sig i sin verksamma struktur, kommer i kontakt med ett antigen. Lymfocyter har förmågan att upptäcka och känna igen speciella, för kroppen främmande molekyler d.v.s. antigener. Varje lymfocyt känner enbart igen ett speciellt antigen. När ett speciellt antigen visas upp för den matchande lymfocyten kommer lymfocyten genomgå en kloningsprocess. Då bildas de celler som direkt går till attack och eliminerar faran samt de minnesceller som gör att kroppen snabbt kan upptäcka om samma antigen kommer in i kroppen igen. Dessa processer och händelseförlopp sker på olika sätt, i olika områden av lymfnoden och engagerar olika celler beroende på om det är en T-lymfocyt eller en B-lymfocyt som stimuleras. De har dock samma uppgift, att skydda kroppen mot infektioner.

Mer information

Jansson J. 2012. Lymfsystemets betydelse för upprätthållandet av konstant blodvolym och för försvaret mot infektioner.

Sainte-Marie G. & Peng F.S. 1986. Diffusion of a lymph-carried antigen in the fiber network of the lymph node of the rat*. *Cell Tissue Res* **245**: 481-486

Sainte-Marie G., Peng F.S. & Bélisle C. 1982. Overall architecture and pattern of lymph flow

in rat lymph node. *The American Journal of Anatomy* **164**: 275-309.