

Ny, ny

nyálkahártyai nyirokszövet MALT (mucosal-associated lymphoid tissue) a szervezet összes nyálkahártyájához tartozó nyirokszövet közös neve. Anatómia elhelyezkedése szerint külön is elnevezték az egyes körülírt részeit: BALT (bronchus-associated lymphoid tissue), GALT (gut-associated lymphoid tissue) és NALT (nasal/nasopharynx-associated lymphoid tissue). Szerepe az immunvédekezésben meghatározó, kivált mérete miatt. Ez a legnagyobb nyirokszövetünk, nagyobb, mint a nyirokcsomók, a lép és a csontvelő együttesen.

A nyálkahártyai nyirokszövet többségében a hámréteg alatti kötőszövetben (lamina propria) helyezkedik el, tok nem veszi körül, egyes helyeken szétszórt, más nyálkahártyákban képez tüszőket. Nyiroksejtek azonban a hámrétegben, a hámsejtek között is vannak, a vékonybél falában pedig a nyálkahártya alatti kötőszövetben (tunica submucosa) formálnak nyiroktüszőket (Peyer-csomók). (→BALT, GALT, NALT)

nyílt láncú vegyület *open-chain (acyclic, aliphatic) compound* egyenes vagy elágazó láncot alkotó szerves vegyület. (→szerves vegyület)

nyílt olvasáskeret *open reading frame* (→olvasáskeret)

nyirok *lymph* erekbe összeszedődött *szövetközi folyadék* (intestinal fluid). Hasonló a vérplazmához, abból származik: az üterecskék végéből származó hajszálerek falán lép ki a szövetközi állományba. Ahogy felgyülemlik a szövetközi folyadék, felszedődik parányi nyirokerecskébe, a nyirokhajszálerekbe. A nyirokerecskébe került szövetközi folyadék a nyirok, vagyis a szövetközi folyadékot a nyirokerecskébe kerülésétől nevezzük nyiroknak. A nyirok a vastagodó nyirokereken keresztül visszakerül a vérkeringésbe, közben átszűrődik a nyirokcsomókon.

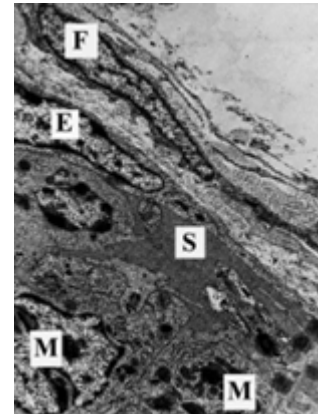
nyirokerekek *lymphatic vessels* a szövetközi folyadékot szállító érrendszer. A szövetközökben vakon végződő parányi erecskével, a *nyirokhajszálerekkel* kezdődik. Nyirokhajszálerek a szervezet csaknem minden részén vannak; nincsenek a csontvelőben, a központi idegrendszerben, és azokban a szövetekben, amelyekben nincsenek véregek, pl. a bőrfelhámban.

A nyirokhajszálerek érhámmal hézagosan bélelt szövetközi rések. Az érhámot kívülről kötőszöveti sejtek rögzítik, nyitva tartva a réseket. Alaphártyájuk jószerivel nincs, és érsejtek sem veszik körül. Üregrendszerük szabálytalan.

Bennük gyarapodásával mind tágabbak lesznek, kialakulnak a kis nyirokerek. Ezeknek falában már vannak rugalmas rostok, néhány simaizomsejt is, kívül pedig kollagénrostok. Belül az érhamsejtek helyenként kettőződnek, egyirányú billentyűket (one-way valves) hoznak létre, biztosítva a folyadék egyirányú áramlását; akadályozzák a visszafolyást.

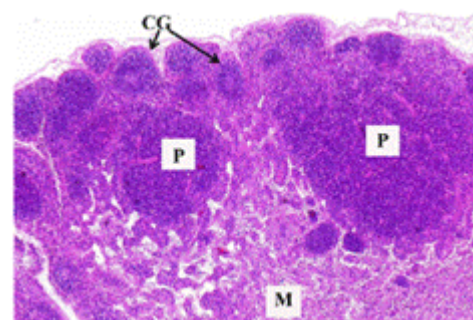
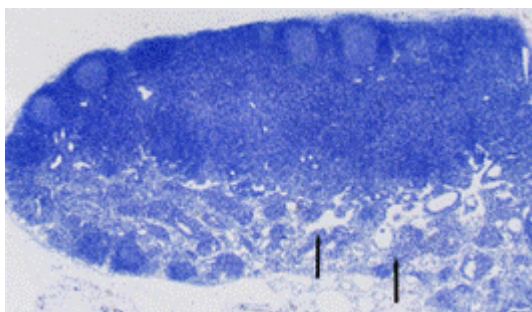
A nyirok végül a nagy nyirokerekbe (a mellkasi és a jobb oldali fő nyirokvezetékbe) szedődik össze, és folyik a véráramba. A nyirok áramlását a vázizmok összehúzódása, a légzőmozgások és az erek falában lévő simaizmok összehúzódásai biztosítják.

nyirokcsomó *lymph node* (nodus lymphaticus/lymphoideus) a nyirokerek hálózatába épült, babalakú, kötőszöveti tokba zárt, aprócska (0,1-2 cm) nyirokszövet, az immunválasz elemi nyirokszerve. Nyiroksejtek tömörüléseiből (alapállomány) és az azokat átszövő üregrendszerből (nyiroköblök) épül fel; a szokványos térrács alkotja alapszövetét. A nyirokcsomó szerkezeti elemei:



- *Kötőszöveti tok* (capsule), amely tömör kötőszövet kollagén rostokkal. Az elektronmikroszkópos képen elnyúlt fibroblast (F) látható a kollagénrostok között. A tokból vastag kötőszöveti sövények nyúlnak összetartva a nyirokcsomókapu felé.
- *Tok alatti öbl* (subscapular sinus) a tok és a kéregállomány közötti keskeny tér, a nyirok fogadója. Az ábrán látható, hogy a széli rácseböl (S) üregét érhamsejt (E) zárja el a tok felé, és hogy az üregben két nagyfaló (M) van. Az öblöt a rácsejtek és rácrostok finom hálózata szövi át. Folytatódik a gerendák öblein át a velőállomány öbleibe.
- *Kéreg* (cortex) a tok alatti öblön belüli tömör rész. Az átnézeti kép felső, tömött, sötétebb területe. A kérget két részre osztjuk:

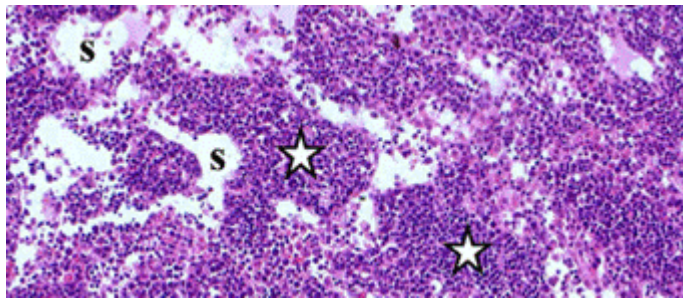
- A külső rész a szokványos nyiroktüszők



ól álló nyiroktüsző-övezet. A bal ábrán CG és nyilak jelölik. A jobb ábrán néhány világos csíráközpontú másodlagos nyiroktüsző látszik. A csíráközpontot szegélyesáv veszi körül. Ez a B-sejtes terület; CXCR5 kemokinekben gazdag. .

- A belső rész a kéregbeli terület (paracortex), a tüszöket egymástól és a velőállománytól elválasztó, T-sejtes terület. Főleg CD4- és csak kevés CD8- T-sejtek tömege, köztük nagyfalók, nyúlványos sejtek és fehérvérsejtek is vannak. A T-sejtek a visszerecskék falán át jutnak a nyirokcsomókba. CCR7 kemokinekben gazdag.

▪ *Velőállomány* (medulla) a nyirokcsomó legbelső része; a keresztmetszeti ábrán a laza szerkezetű alsó terület. Öblökből (sinuses) (S) és velőkötegekből (medullary cords) (csillag) tevődik össze (a keresztmetszeti ábrán kettőt nyíl jelöl), benne erek is vannak.



A velőkötegek nyiroksejtek halmazai, zömükben B-sejtek és plazmasejtek. Az öblök érszerű tágulatok, elválasztják a velőköteget. Az üregekben folyó nyirokban ráscejték és szövetsajték (histocytes) is vannak. A nyirok ezekből szedődik össze az elvezető nyirokerekbe.

A nyirokcsomók domborulatán nyirokerek lépnek be (vasa afferentia), ezekből a nyirok a tok alatti (sinus marginalis vagy subcapsularis sinus), onnan a tüszők közti (trabecularis/intermedier sinusok), majd a velőállomány üregrendszerébe (sinus medullaris) jut, és innen vezetődik el a homorulati, parányi nyirokerekben (vasa efferentia). A kilépő nyirokerek helye a nyirokcsomókapu (hilus), itt vannak idegek és hajszálerek is.

A nyirokcsomók legfontosabb feladata az összeszedett szövetközi folyadék, a nyirok szűrése, és visszajuttatása az erekbe. A szűrésben a T-sejtek és a B-sejtek az antigének tömegével találkoznak; az antigéneket az antigén-bemutató sejtek, a nyúlványos sejtek és a tüszői nyúlványos sejtek mutatják be. A T- és B-sejtek az antigénnel érintkezésben tevősödnek, és jön létre az immunválasz.

A kéreg nyiroktüszőinek csíráközpontjában az éretlen B-sejtek antigénnel érintkezve válnak éretté, és vándorolnak a csíráközpontot körülvevő szegélyszárvba. Plazmasejtek is képződnek.

Megkülönböztetünk elsődleges és másodlagos nyirokcsomókat. Az elsődlegesek (környéki) egyetlen szerv és annak környékéről fogadják a nyirokereket; a belőlük kilépő nyirokerek gyűjtődnek össze a másodlagos (gyűjtő) nyirokcsomókba.

nyirokrendszer *lymph/lymphatic system* a nyiroksejteknek a szöveteket behálózó, különleges anatómiai rendszere. Feladata a kórokozók, az idegen vagy a kóros saját sejtek és molekulák felismerése és elpusztítása. Részei: a nyirokszervek, a nyálkahártyai (MALT) és a bőrhez társult nyirokszövet (SALT), a szervezetben szétszóródott (őrző) nyiroksejtek, valamint a nyirok- és a vérkeringés.

nyiroksejtérés az újonnan képződött nyiroksejteknek antigének hatására bekövetkező átalakulása tevőképes (immunválasz végrehajtására alkalmas) érett immunsejtekké az elsődleges nyirokszervekben.

nyirokszervek *lymphoid organs* az immunsejtek képződésének, fajlagossá és tevőkennyé válásának szervei; környezetüktől elkülönülnek. Megkülönböztetünk elsődleges (központi) és másodlagos (környéki) nyirokszerveket:

- Elsődleges nyirokszervek (primary lymphoid organs) a nyiroksejtek keletkezésének és érésének (hatékony immunsejtté válásának) a helyei. Ide tartozik a csontvelő és a csecsemőmirigy, valamint a magzatmáj. Feltételezhető, hogy a Peyer-csomók is részt vesznek a B-nyiroksejtek érésében, a Peyer-csomók azonban alapjában másodlagos nyirokszerveként működnek.

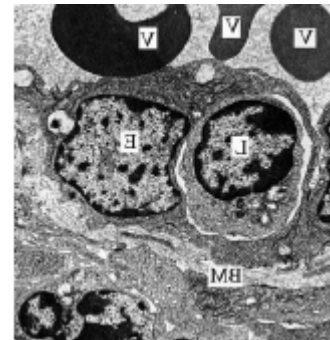
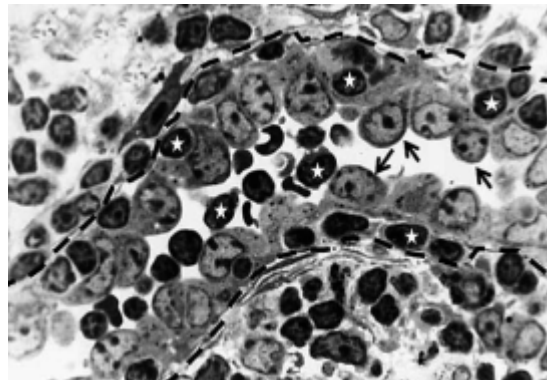
- Másodlagos nyirokszervek (secondary lymphoid organs) a nyiroksejtek működésének a szervei. Ide tartoznak a nyirokcsomók, a lép, a mandulák, a féregnyúlvány és a Peyer-csomók.

Másféle osztályozás belső és külső csoportra osztja a nyirokszerveket. A belső nyirokszervek (internal lymphoid organs) a csontvelő, a lép és néhány nyirokcsomó; a bennük keletkező immunfolyamatok rendre az egész szervezetre kiterjednek. A külső nyirokszervek (external lymphoid organs) a nyálkahártyai nyirokszövet a vele összefüggő nyirokcsomókkal és a bőr nyirokrendszere; a bennük zajló immunfolyamatok helyiek.

nyirokszervi elemek a nyirokszervekben előforduló sajátos szövetképződmények. A nyirokszervek szerkezete meglehetősen hasonló, sok bennük a közös elem. Ilyenek a kötőszöveti gerendák, a térrács, a *térrácsöblök*, a *nyiroktüszők*, a *T-sejtes terület* és a *magas érhámú visszerecskék*.

- *Kötőszöveti gerendák* (trabeculae) a másodlagos nyirokszervek és a csecsemőmirigy kötőszöveti tokjából kiinduló, a szervek központja vagy kapuja felé összetartó kötőszöveti rostok hálózata. Ezek a kötőszöveti gerendák képezik a nyirokszervek „durva” vázát, tartják egyben a szerveket, és tagolják őket kisebb egységekre. A gerendákban haladnak az erek, és ha vannak, a nyirokereket meg az idegek.

- *Magas érhámú visszerecskék* (high endothelial venula, HEV) a hajszálerekből összeszedődő parányi visszerek több-kevesebb, jellegzetesen

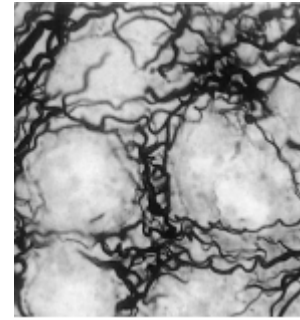


magas, az értérbe domborodó érhamsejttel* (endothelial cell). A magas érhamsejteken át szállítódnak a másodlagos nyirokszervekbe települő nyiroksejtek. Az érham- és a nyiroksejtek egyedi jelfogóikkal kapcsolódnak; így választódnak ki a betelepülő (homing) nyiroksejtek. A jobb oldali elektronmikroszkópos felvételen a mandulából származó magas érhamú visszerecske látható (szaggatott vonallal körülrajzolva). Az erecske falában és üregében is bázikusan festődő nyiroksejtek (csillag) vannak. Az érhamsejtek (nyilak jelölik) magja laza, míg a nyiroksejteké tömött kromatin szerkezetű; ez segít a kétféle sejt megkülönböztetésében.

A bal oldali elektronmikroszkópos ábrán jól megfigyelhető, hogy a visszerecskében a köbalakú érham (E) körülveszi az érfalon átvándorló nyiroksejtet (L). Vörösvértestek (V) az érben. BM (basal membrane) az erecske alaphártyája.

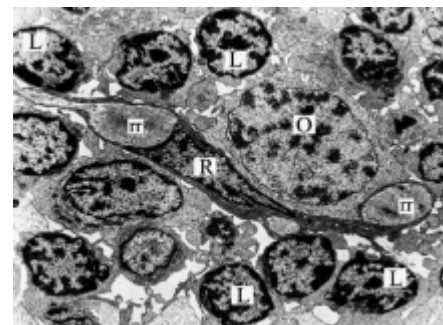
▪ *Nyiroktüszők* (→nyiroktüszők)

▪ *Térrács**, *hámrács**. A *térrács* sajátos, a III-as fajtájú kollagénrostokból (*térrácsrostok**) és a rostokat behüvelyező *térrácssejtekből** (*reticular cells*) álló térbeli rácsszerkezet. A *rácssejtek* módosult kötőszöveti sejtek; ezek nemcsak képezik a *térrácsrostok* alapanyagát, hanem behüvelyezik azokat, és tevékenyen részt vesznek a nyirokszervek működésében is (*antigének* kötése, szállítása, *citokinek*, *hormonok* képzése stb.).

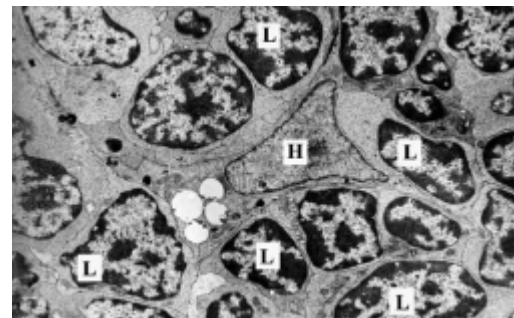


A *térrács* átszövi a gerendák közötti teret, és a nyirokszövetnek a „finom” vázát (*alpváz*) alkotja. A *térrács* közeiben (*térrácsközök**) *kis nyiroksejtek* halmazai és *járulékos sejtek* (*nyiroksejtállomány*), máshol *kiöblösödések*, *tágulatok* (*térrácsöblök**) vannak. Az ábrán a *térrácsrostok* szövevényes hálózata látható. A közöttük lévő *kitágult rések* a *térrácsöblök*.

A *szápadmandula* *térrácssejtjének* elektronmikroszkópos felvételén megfigyelhető, hogy a *térrácssejt** (R) behüvelyezi a III-as fajtájú kollagénrostokat (rr). A *nyiroksejtek* (L) csak a rostot behüvelyező *térrácssejtekkel* érintkeznek, a rost kollagénállományával nem. Középen (O) egy *osztódó sejt* a *korai előszakaszban* (*profázisban*).



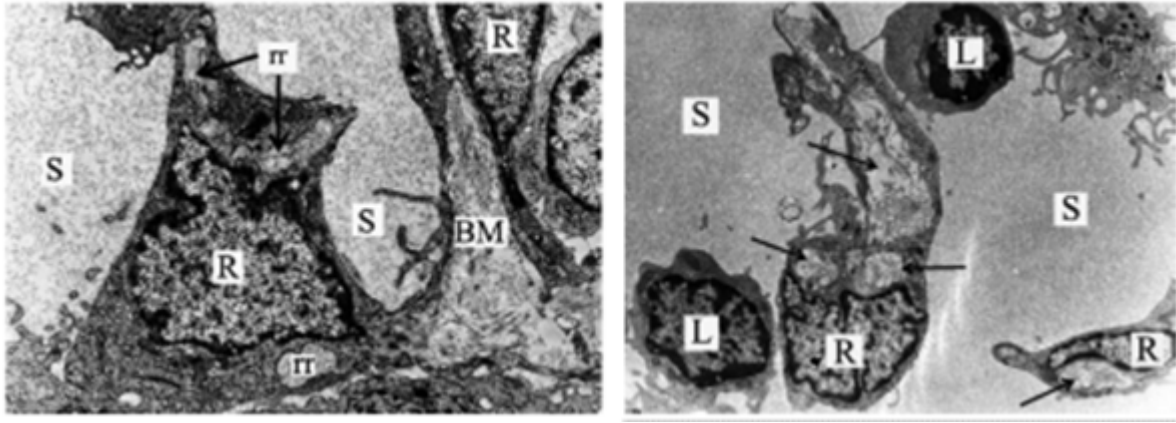
A *csecsemőmirigy* kivételével a nyirokszervek *rácsszerkezetei* *térrácsok*. A *csecsemőmirigyben* a *sajátos hámsejtek* *rostok* nélkül képezik a *rácsrendszer* egészét, ezért nevezzük *hámrácsnak* ezt a *rácsszerkezetet*.



Az elektronmikroszkópos ábrán *hámrácssejt* (H) látható, amelyet *kis nyiroksejtek* (L) vesznek körül. A *hámrácssejt* *tömött kromatinjának* a szerkezete *különbözik* a *nyiroksejtekétől*; ennek alapján azonosítható. A *hámrácssejtek* képezik a *rácsszerkezetet* *rostok* nélkül (*hámrács*).

▪ *Térrácsöblök** a *térrácsközök* *kiöblösödései*, ezek *bonyolult összefolyásai*; bennük *nyirok kering*, és minden oldalról a *térrácssejtek* bélelik. A *térrácsöblöknek* *alaphártyája* (*basal membrane*) nincs: a *térrácssejtek* a *térrács rostjait* *beburkolva*, azokon *rögzülnek*. A *nagy falósejtek* és más *antigén-bemutató sejtek* a *térrácssejteken* *vándorolnak*.

Ahol a *térrácsöblök* érintkeznek a *nyirokszövettel*, a *sejtbélést szemernyi rések* *tarkítják* a *sejtek ki-be járására*. A *nagy falósejtek* *nyúlványai* is ezeken át *hatolnak* a *térrácsöblökbe*. Az *üregrendszer* *lassítja* a *nyirokáramlást*; így a *nagy falósejtek* és a *többi antigén-bemutató sejt* *könnyebben ismeri fel* és *köti meg* az *antigéneket*.



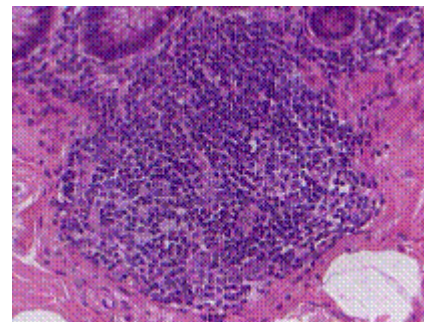
A bal elektronmikroszkópos ábrán nyirokcsomói térrácssejt látható. A térrácssejt (R) sinusendothelként is és a rácsöblök belsejében, a nyirok szűrését biztosító rácsrostelemként is tevékenykedik (rr), és közrefogja a rácsöblök (S) melletti kötőszöveti gerendát (BM).

A jobb ábrán a nyirokcsomó térrácsöblének (S) szélén két rácscsejt (R) körülvesz néhány elágazó kollagénrostot (nyílak). A térrácsrostot behüvelyező térrácssejtek felszínével érintkezik két kis nyiroksejt (L). A kép jobb felső sarkában nagy falósejt részlete látható. (Az ábrákat Oláh Imre készítette).

- *T-sejtes terület* a nyiroktüszők körüli nyirokszövet. A lépben jól körülhatárolt képlet (PALS), más nyirokszervekben a tüszők közötti, elmosódott határu területek formájában (paracortex, interfollicular space) látható. Benne a T-sejtek mellett nyúlványos sejtek és nagyfalók vannak. A T-sejtes terület működése szervesen összefügg a nyiroktüszőkkel.

nyiroktüszők *lymphoid follicles* a B-sejtek tömörülései, a másodlagos nyirokszervek alaprészei, de különállóan is előfordulnak a nyálkahártyákban és a nyálkahártya alatti kötőszövetekben. Térrácsuk nincs. A B-sejtek érésének, elkülönülésének a helyei. (→B-sejtek) Két fajtájuk: az *elsődleges* és a *másodlagos nyiroktüsző*.

- *Elsődleges nyiroktüszők* (primary lymphoid follicles) az éretlen B-sejtek és a közéjük vegyült sajátos nyúlványos sejtek tömörülései. Alkalmassint egy-egy Th-sejt is látható közöttük. Az elsődleges nyiroktüszők egyneműek, sejtűsok.

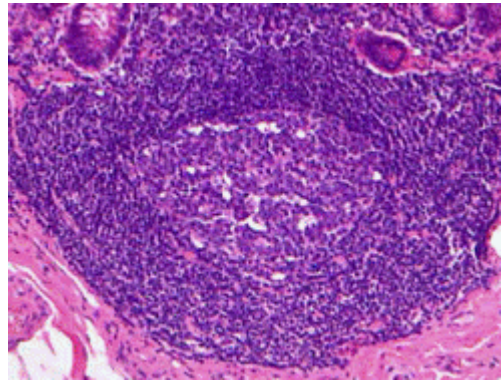


Az elsődleges nyiroktüszők sajátos nyúlványos sejtjeit *nyiroktüszői nyúlványos sejteknek* (follicular dendritic cells, FDC) nevezünk.

- *Másodlagos nyiroktüszők* (secondary lymphoid follicles) az érett, a Th-sejtek által gerjesztett B-sejtek tömörülései.

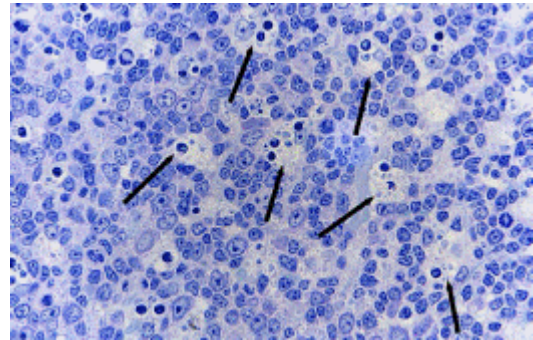
Középső részét a *csíráközpont* (germinal center) alkotja. Az ábrán a körülhatárolt, lazább szerkezetű középső rész. A csíráközpont alsó felében, a sötét részben, helyezkednek el az osztódó B-sejtek (B-lymphoblastok, más néven centroblastok), a felsőben – világos rész – az ezekből származó, kisebb, már nem osztódó és szokásosan ellenanyagot termelő B-sejtek (centrocyták). A nyiroktüszői nyúlványos

sejtek a nyúlványaikkal összekapaszkodva képezik a csíráközpont világos részének a vázát; a sötét részben nincsenek.



A csíráközpontot a *nyiroksejtköpeny* (mantle layer/zone) veszi körül, amely változó szélességű nyiroksejthalmaz; az elsődleges tüszőnek, a tüszők szélére tolódott B-sejtjei, a plazmasejtek és az emlékező B-sejtek alkotják. Nyúlványos sejtek nincsenek benne.

Jellegzetesek az elpusztult nyiroksejteket tartalmazó nagyfalók (tingible body macrophages), amelyek az érett B-sejtek zömét falják fel. Az érett B-sejtek egy része átalakul plazmasejtté vagy emlékező B-sejtté. Nyilak jelzik a bekebelezett nyiroksejteket. Ezek a nagyfalók szemcsészett külleműek az elpusztult B-sejtek erősen festődő, zsugorodott sejtmagjai miatt. (Az ábrákat Oláh Imre készítette.)



nyomaték a fizikában a tömeg és a ráható erő kapcsolatára vonatkozik; például a tömegnek a ráható erővel szembeni ellenállása; az a tulajdonsága, hogy igyekszik megtartani az erőhatás előtti állapotát. Mértékét a tömeg és az erőhatás szorzatával fejezzük ki. A nyomatékot az erőhatás formája szerint más-más módon jelöljük. (→elektromos töltés [kétsarkú nyomaték], forgatónyomaték, tehetetlenségi nyomaték)