

A VÉGTAGI KERINGÉS REGULATIOJA PATHOLOGIAS ÁLLAPOTOKBAN

SOLTI FERENC az orvostudományok doktora

Közlésre érkezett: 1979 IX. 6.

Ismeretes az, hogy egy szerv, érrendszer keringésének szabályozása pathológiás állapotokban jelentősen eltérhet az illető érterület normális keringésregulációjától. A végtagi érrendszer betegségei (végtagi arteriás és vénás betegségek) nagyon gyakoriak és „népbetegség”-nek tekinthetők. A vizsgáló eljárások és az érsebészet utóbbi évtizedben elért fejlődése új lehetőséget teremtettek a végtagi érbetegségek kezelésében. A végtagi keringés tanulmányozása pathológiás állapotokban ezért nemcsak elméleti szempontból, hanem klinikai vonatkozásban is fontos.

Munkacsoportunk 15 éve végez keringésvizsgálatokat a végtagi vérkeringés pathológiás állapotaiban.

Jelen munkámban ezen végtagi keringésvizsgálatok alapján a pathológiás végtagi keringés regulációjának néhány fontos kérdésével szeretnék foglalkozni:

1. A végtagi vérkeringés sajátosságai végtagi obliteratív verőérbetegségben. 2. Helyreállító érműtét, illetve sympathectomia hatása a végtagi keringésre érelzáródásban. 3. A végtagi keringés szabályozása a vénás érrendszer betegségeiben. 4. Végtagkeringés alakulása lymphoedemában. 5. Arteriovenosus fistula hatása a végtagi és systemás keringésre. 6. Arteriovenosus shunt keringés alakulása a végtagkeringés pathológiás állapotaiban.

Betegcsoport, vizsgáló módszerek

A végtagkeringés vizsgálatainkat — pathológiás keringési állapotokban — közel 200 érbetegben (obliteratív arteriás verőérbetegség, vénás thrombosis, varicositas, lymphoedema, stb.) végeztük. Kontrollként közel 100 keringési betegségben nem szenvedő egyén keringésvizsgálatainak adatai szolgáltak. A végtagi vérkeringés regulációjának tanulmányozására a végtagkeringés következő jellemzőit vizsgáltuk: 1. Végtagi véráramlás. 2. Végtagi vascularis resistantia. 3. Végtagi szövetek O_2 felvétele. 4. Végtagi véráramlás perctérfogát részesedése.

A végtagi véráramlás mérésére az ellenáramlásos vénás izotóp-dilutios módszer szolgált (Solti és mtsai (1966)). A perctérfogát mérése a festék-dilutios elv alapján Evans kék adásával történt.

Humán vizsgálataink kiegészítésére állatkísérleteket is végeztünk művi végtagi lymphoedema és venás elzáródás létrehozásával (Solti és mtsai (1971)). Állatkísérleteinkben a nutritív (izom és bőr) végtagi véráramlást rubidium izotóp (Rb^{86}) adásával, a fractionált szerváramlásos módszer alapján határoztuk meg.

Vizsgálati adatainkat a Student-féle egy és két mintás „t próba” alapján analizáltuk.

A dolgozatban használt rövidítések a következők:

LBF = végtagi véráramlás, LVR = végtagi vascularis ellenállás, LO_2C = végtagi szövetek O_2 felvétele, $LAVO_2$ = arterio venosus végtagi O_2 differencia.

NS = statisztikailag nem significans eltérés, x = statisztikailag significans eltérés, xx = statisztikailag erősen significans eltérés, xxx = igen erősen significans eltérés.

Vizsgálat iránya — Eredmények

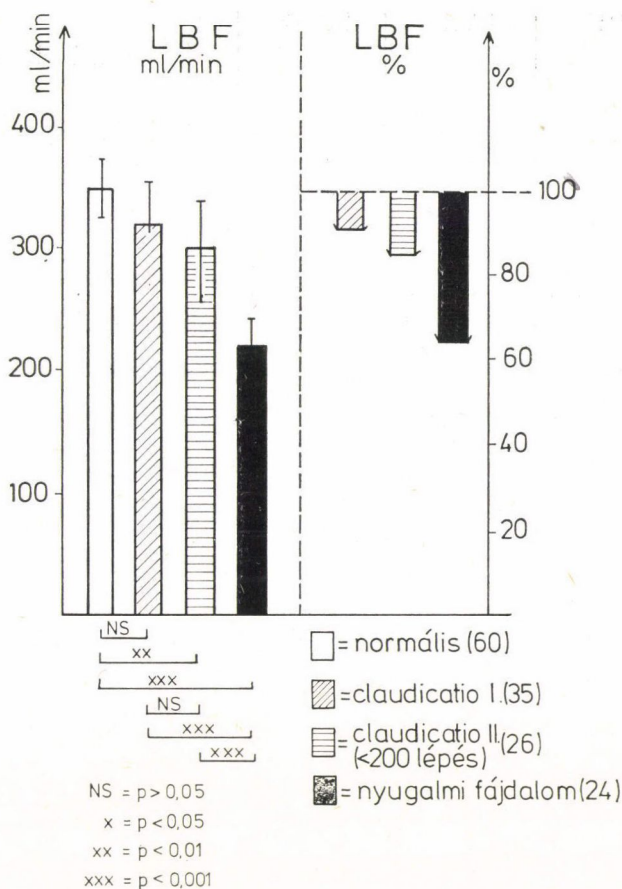
1. A végtagi keringés vizsgálata obliteratív peripheriás verőérbetegségben

125 végtagi verőér-szűkületben (illetve elzáródásban) szenvedő betegben végeztünk részletes keringésvizsgálatokat. Minden esetben előzőleg serioangiographiás felvételeket készítettünk az érszűkület, illetve az elzáródás helyének és kiterjedésének meghatározására. Az esetek közel felében Doppler-elv alapján megmértük a peripheriás systolés perfusios (boka) nyomást is.

Vizsgálataink első célja annak tanulmányozása volt, hogy milyen a végtagi vérkeringés viselkedése a különböző súlyosságú és különböző klinikai tünetekkel járó obliteratív érbetegségekben.

A betegek panaszai és a klinikai tünetek alapján betegeinket három csoportba soroltuk: 1. Mérsékelt fokú végtagi claudicatio intermittens (35 beteg). 2. Súlyos claudicatio intermittens; járási távolság < 200 lépés (26 beteg). 3. Nyugalmi végtagfájdalom (24 beteg). Kontrollként 60 végtagi keringési betegségben nem szenvedő egyén megfelelő adatai szolgáltak. Vizsgálataink legfontosabb eredményeit az 1. számú ábrán oszlopdigramok segítségével szemléltetjük.

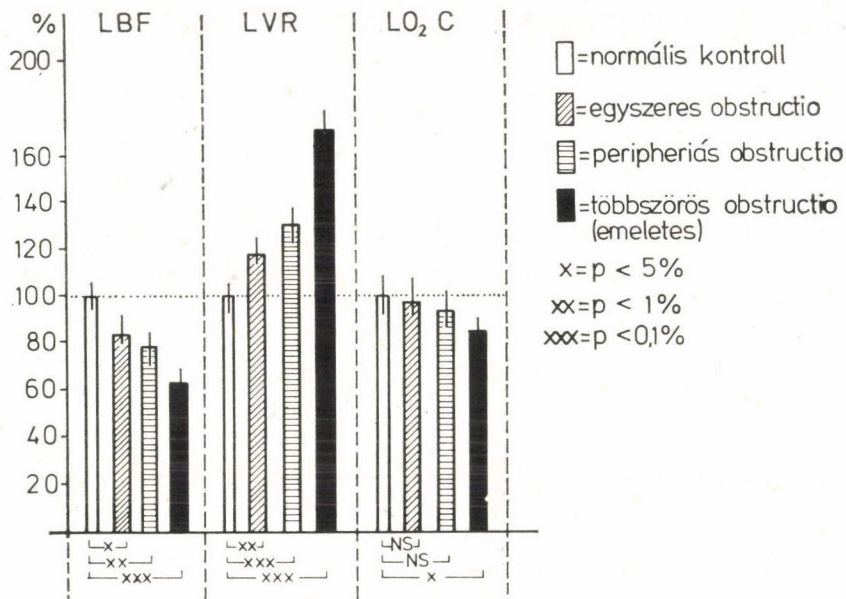
A végtagi véráramlás mérsékelt végtagi „sántítás” esetén átlagosan alig kisebb a normálisnál; az eltérés nem significans. Ezzel ellentétben nagyon alacsony (a normális 360/ml/min. értékkel szemben 220 ml/min.) nyugalmi fájdalom eseteiben. Súlyos claudicatioiban az átlagos végtagi — basalis — véráramlás nem sokkal, de significansan kisebb a normálisnál. A normális végtagi véráramlástól való eltéréseket százalékosan fejeztük ki (lásd az ábra jobb oldalán). Látható, hogy kisfokú — kezdődő — claudicatioiban csak 10%-os, míg nyugalmi fájdalom esetén már közel 60%-os a végtagi véráramlás csökkenése.



1. ábra A végtagi véráramlás változása claudicatio intermittensben és nyugalmi végtagi fájdalom eseteiben

A következő tanulmányozott kérdés az volt, hogy milyen a végtagkeringés regulációja különböző kiterjedésű és localisatiojú verőérelzáródásban. 20 betegünknek peripheriás — ascendáló — típusú verőérbetegsége volt. 30 betegnek iliofemorális régióban levő egyszerű, 22 betegnek ugyancsak az iliofemorálisban levő, de többszörös — emeletes — érelzáródása volt. A kontrollcsoport 60 egyénből állt. Vizsgálataink eredményeit a 2. sz. ábrán foglaltuk össze, a normális értékeket 100%-nak vettük.

Egyszeres obstructio esetén a végtagi véráramlás mérsékelten (átlagosan 17%-kal), peripheriás érelzáródásban kifejezettebben, többszörös érelzáródásban jelentősen (közel 40%-kal) csökken. Számottevő a végtagi érellenállás növekedése obliteratív verőérbetegségekből. A végtagi szövetek nyugalmi O_2 felvétele azonban csak többszörös, kiterjedt érelzáródásban csökken.



2. ábra A végtagi véráramlás, végtagi érellenállás és O_2 felvétel változása különböző típusú obliteratív verőérbetegségben

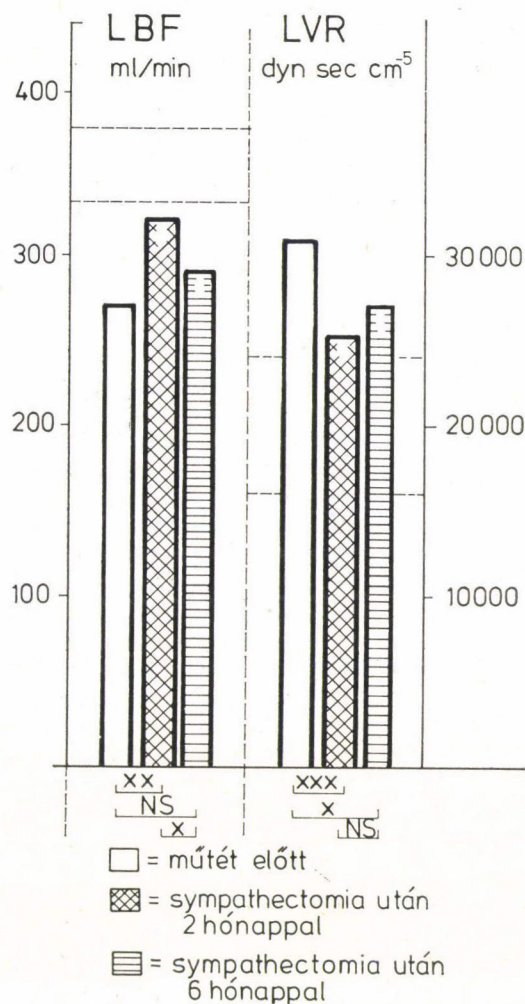
2. Sympathectomia, helyreállító érműtét hatása a végtagkeringésre obliteratív verőérbetegségben

A végtagi verőérbetegségben az érpálya beszűkülése, illetve helyenkénti elzáródása jön létre. Az akadályozott végtagi keringés javítására két lehetőség kínálkozik: 1. Lumbalis sympathectomia révén a sympathicus vasoconstrictor hatások kikapcsolása. 2. Helyreállító érműtét (thromboendarterectomia illetve by-pass műtét az elzárt érszakaszon).

Sympathectomia végtagkeringésre gyakorolt hatását 24 obliteratív verőérbetegségben szenvedő betegen tanulmányoztuk; a betegek többségének nyugalmi fájdalma volt műtét előtt, kisebb részének súlyos claudicatioja (claudicatio II) volt.

Végtagkeringési vizsgálatokat végeztünk a műtét előtt és a műtét utáni korai időszakban (2–8 héttel a műtét után), majd a késői postoperatív időszakban (6–14 hónappal a műtét után). A végtagi véráramlás és vascularis ellenállás jellemző változásait a 3. számú ábrán demonstráljuk.

A végtagi vérkeringés sympathectomia hatására javul obliteratív verőérbetegségben. Mégő kisebb mértékben a végtagi véráramlás és csökken a kórosan emelkedett végtagi vascularis ellenállás. A keringés javulása azonban jóval kifejezettebb közvetlenül a műtét után, mint a későbbi időben. 6 hónappal a sympathectomia után a végtagi véráramlás már jóval kisebb a műtét utáni

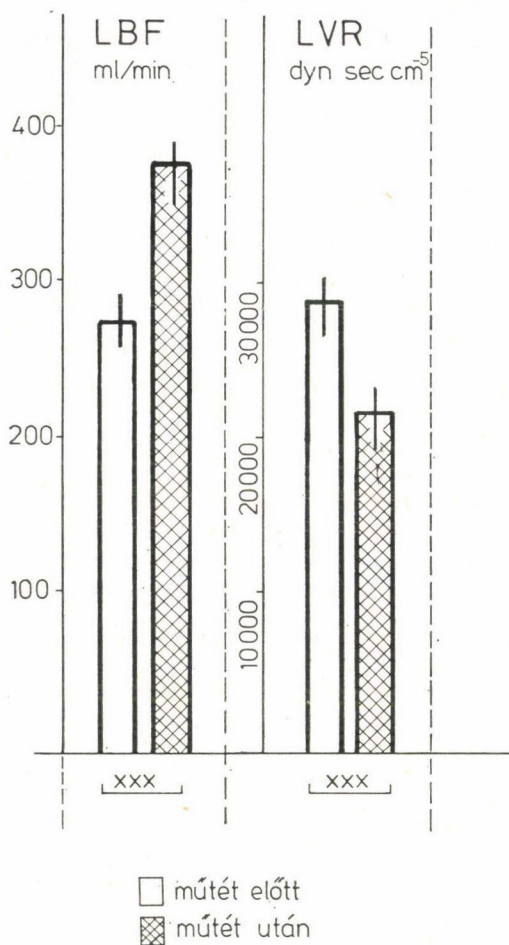


3. ábra Sympathectomia hatása a végtagi véráramlásra és érellenállásra obliteratív verőérbetegségben

értékhez képest. A végtagi vascularis ellenállás azonban tartósan csökken sympathectomia hatására.

A pathológiás végtagkeringés változását helyreállító érműtét hatására 16 betegben tanulmányoztuk, műtét előtt a betegeknek nyugalmi fájdalmuk volt. Végtagkeringés vizsgálatainkat a műtét előtt és 4—12 hónappal a műtét után végeztük. Eredményeinket a 4. számú ábrán szemléltetjük.

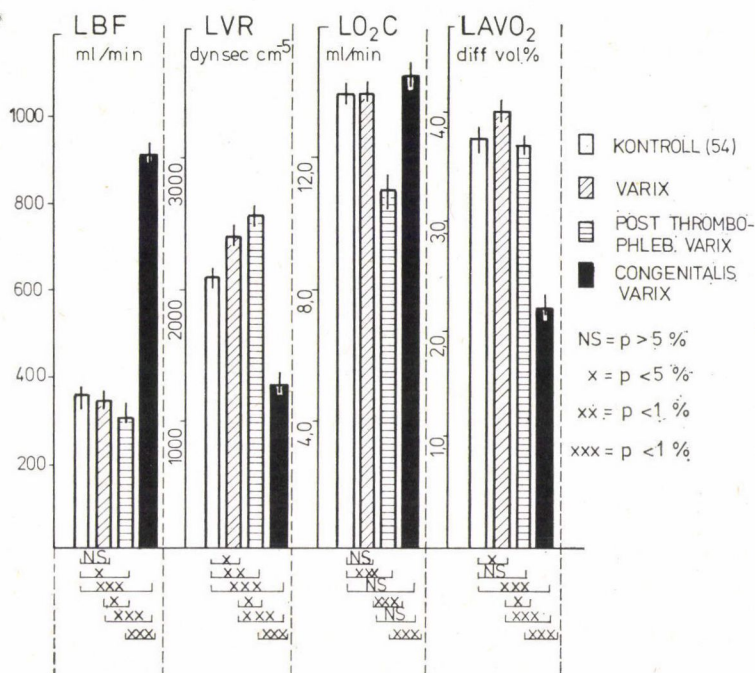
A végtagi vérkeringés helyreállító érműtét után tartósan és jelentősen megjavul. Nő a végtagi véráramlás és nagymértékben csökken a végtagi érellenállás. A végtagi vérkeringés javulása tartós, 4—12 hónappal a műtét után is kimutatható.



4. ábra A végtagi véráramlás és érellenállás változása obliteratív verőérbetegségben helyreállító érműtét után

3. A végtagkeringés vizsgálata varicositasban és venás elzáródásban

A visszértágulat — varicositas — kifejlődése az alsó végtagokon közismerten gyakori. A varicositas azonban nem egységes kép. Három különböző aetiológiájú és klinikai képpel járó varix különböztethető meg: 1. A szokványos primaer varicositas felnőtt korban jelentkezik. 2. A juvenilis típusú, vagy „forró” (primaer) varix. Fiatal korban alakul ki, a varixok meleg tapintatúak és többnyire jól érezhetően pulsálnak. 3. Lezajlott thrombophlebitis után fellépő ún. secundaer varix. A varicositas végtagkeringésre gyakorolt hatásának tanulmányozására 35 alsó végtagi varicositasban szenvedő betegen (12 primaer, szokványos varix, 11 juvenilis típusú (forró) varix, 12 thrombophlebitist követő secundaer varix) végeztünk keringésvizsgálatokat. Kontrollként 54 — közel



5. ábra A végtagi keringés regulációja különböző típusú varicositásban

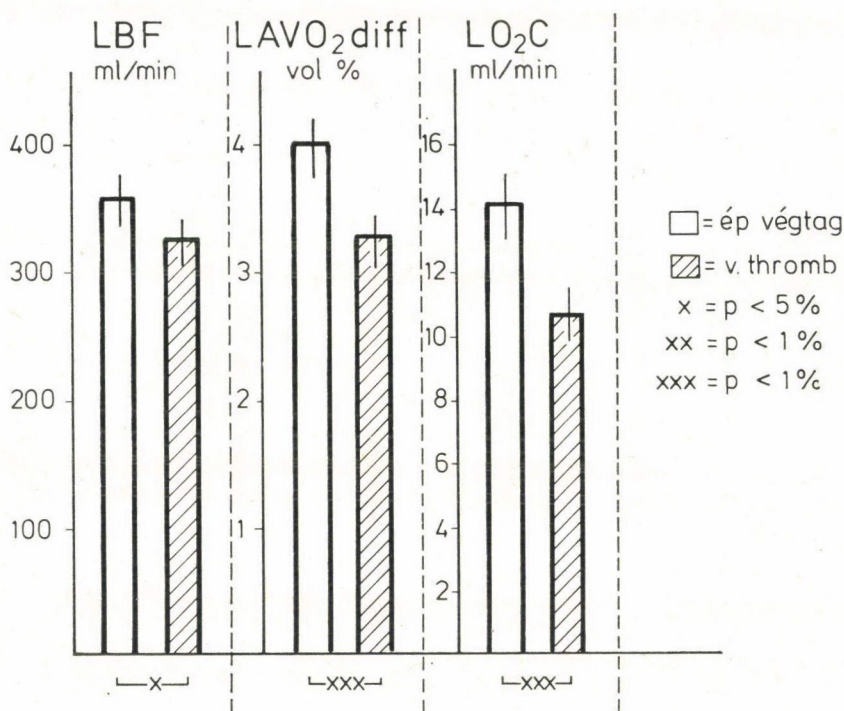
hasznló korú — egyén szolgált. Vizsgálataink lényeges adatait az 5. számú ábrán foglaltuk össze.

A végtagi véráramlás, érellenállás és O₂ felvétel különbözőképpen alakul a különböző típusú varicositásban. A végtagi véráramlás kissé csökken a secundaer varicositásban, míg a iuvenilis típusú varicositásban nagyon magas a totalis végtagi véráramlás. A végtagi vascularis ellenállás alacsony iuvenilis varixok esetén, kissé emelkedett a szokványos primaer varicositásban és jelentősen megnő secundaer varicositásban.

Csökkent a végtagi szövetek O₂ felvétele a thrombophlebitises varixok eseteiben. Jellemző módon nagyon alacsony a végtagi arteriovenosus O₂ különbség iuvenilis (congenitalis) varixokban.

A venás occlusio végtagkeringésre gyakorolt hatását 10 egyik oldali venás occlusioban (mély venás thrombosit követő occlusiok, főleg a vena femoralis területén) szenvedő betegen tanulmányoztuk. Végtagkeringés vizsgálatokat mind az ép, mind a venás occlusios végtagon végeztünk. A 6. számú ábrán szemléltetjük keringésvizsgálataink eredményeit.

A végtagi véráramlás venás elzáródásban kissé, de significansan csökken. Jóval kifejezettebben megkisebbedik azonban a végtagi O₂ felvétel mély venás thrombosit követően. A végtagi arteriovenosus O₂ különbség nagymértékben csökken venás occlusio után.



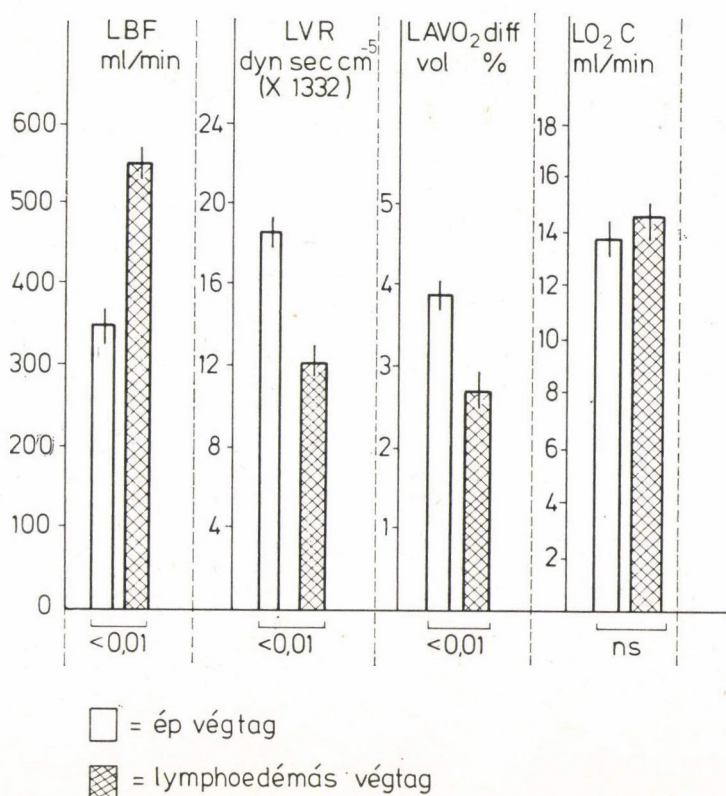
6. ábra A végtagi véráramlás és O₂ felvétel változása venás elzáródás — mélyvenás thrombosis — hatására

Human vizsgálataink kiegészítésére 30 kutyában az egyik oldali vena femoralis lekötésével utánoztuk a mély venás thrombosit követő venás occlusiot. Megmértük a totalis és nutritiv végtagi véráramlást és korroziós, valamint tus-zselatin feltöltéses módszerrel tanulmányoztuk a microcirculatio kerin-gést. Vena femoralis lekötés után a végtagi totalis véráramlás kissé (10%-kal), a nutritiv (izom és bőr) véráramlás kifejezetten csökkent. A feltöltéses korro-ziós készítményeken arteriovenosus microshuntök kifejlődését észleltük venás elzáródás hatására.

4. A végtagkeringés vizsgálatok lymphoedemában

A lymphoedema végtagkeringés regulatióra gyakorolt hatását 10 egyol-dali végtagi lymphoedemában szenvedő betegben tanulmányoztuk. A végtagi véráramlás, végtagi érellenállás és végtagi O₂ felvétel változásait a 7. számú ábrán szemléltetjük.

Lymphoedema hatására a végtagi — totalis — véráramlás jelentősen (átlagosan csaknem kétszeresére) megnő. Alacsony a végtagi vascularis ellen-



7. ábra A végtagi keringés regulációja lymphoedémában

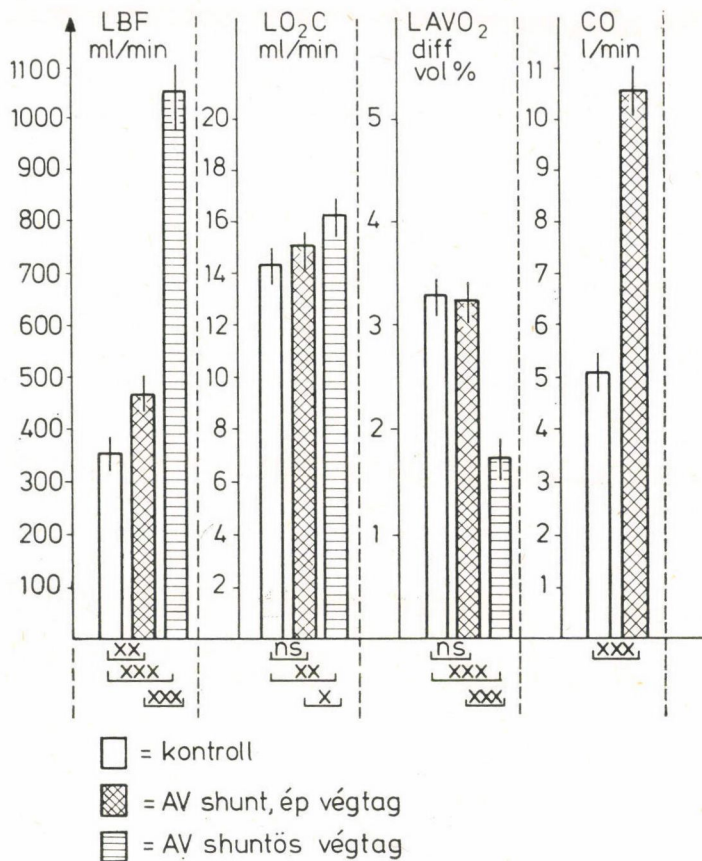
állás lymphoedémában, a végtagi O₂ felvétel azonban normális marad. Jellegzetes a végtagi arteriovenosus O₂ különbség csökkenése lymphoedema hatására.

Human vizsgálataink kiegészítésére 38 kutyában a végtagi elvezető fő nyiroktörzsek és poplitealis gyűjtő nyiroksomó lekötésével művi — egyoldali — lymphoedemát hoztunk létre (*Solti és mtsai (1971)*).

Lymphoedema hatására kutyákban a végtagi véráramlás közel 60%-os növekedését észleltük, míg a végtagi nutritív izom és bőr véráramlás normális értéken maradt (nem tért el significansan az ép végtagétól). Korroziós készítményeken arteriovenosus shunt-keringés kifejlődését észleltük lymphoedemában.

5. A systemás és végtagkeringés tanulmányozása arteriovenosus fistulában

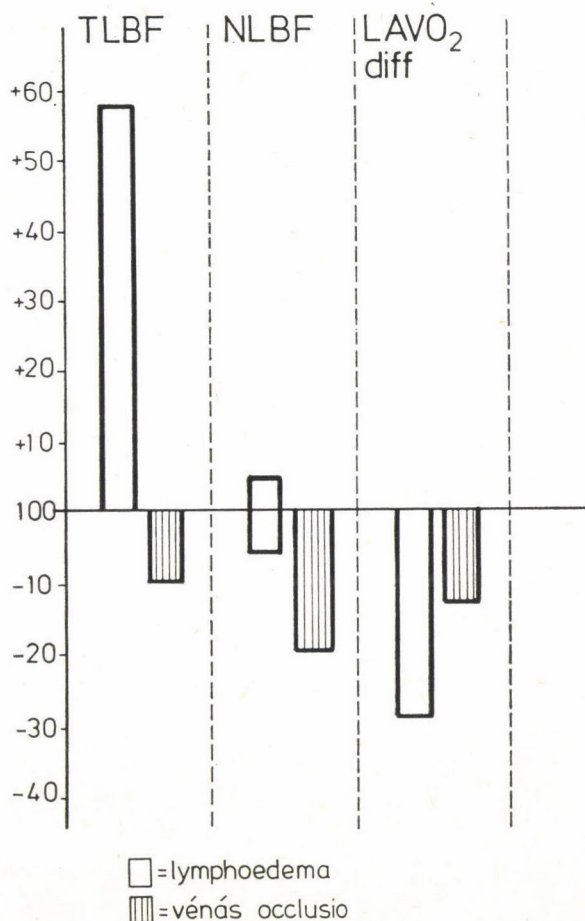
Arteriovenosus fistula jelentkezése nem ritka a végtagokon. Arteriovenosus fistulában jelentős aretriovenosus communicatio alakul ki az illető végtagon.



8. ábra A vérkeringés és végtagkeringés regulációja arteriovenosus shunt hatására

Keringésvizsgálatainkat 10 egyoldali, alsó végtagi fistulában szenvedő betegen végeztük. (Solti és mtsai (1972)). Mindkét alsó végtagon (az ép és az av fistulás) elvégeztük a végtagkeringés vizsgálatokat. Kontrollként 54 egyén adatai szolgáltak. A végtagi véráramlás, O₂ felvétel, végtagi av O₂ különbség és a perctérfogat alakulását a 8. számú ábra szemlélteti.

A végtagi O₂ felvétel kissé fokozódik végtagi arteriovenosus fistulában shuntös — fistulás — végtagon. A végtagi véráramlás az arteriovenosus fistulának megfelelő végtagon a normálisnak többszörösére nő meg. Jellemző az alacsony arteriovenosus O₂ különbség az arteriovenosus shuntös végtagon. A perctérfogat arteriovenosus fistulában szenvedő betegekben magas, átlagosan a normális kétszerese. Figyelemre méltó az, hogy a végtagi shunt zárására — a fistula műtéti korrekciójára — a perctérfogat rövidesen a normális értékre csökken.



9. ábra A totalis és nutritív (szöveti) véráramlás alakulása vénás elzáródásban és lymphoedemában
 A változások százalékosan vannak feltüntetve, 100%-osnak véve a normális — ép — végtag értékeit

6. Arteriovenosus shunt-kerİngés kifejlődése a végtagon

Az alsó végtagi keringésben normálisan nincs számottevő arteriovenosus communicatio. Az alsó végtagi totalis és nutritív (szöveti) véráramlás közel egyezı. Pathológiás körülmények között azonban arteriovenosus shunt-kerİngés alakulhat ki az illetı végtagon. Eddigi vizsgálataink során a következı kór-képekben észleltünk arteriovenosus végtagi microshuntös keringés kifejlődését: 1. Vénás elzáródás. 2. Lymphoedema. 3. Obliteratív verıérbetegségek (kis részükben kialakult arteriovenosus shunt-kerİngés, acralis gangraena kifejlődése során).

A végtagkeringés szabályozása azonban eltérő vizsgálataink szerint a különböző végtagi arteriovenosus shunt-keringés eseteiben. A totalis végtagi véráramlás rendszerint nagy, vagy legalábbis normális nagyságú a különböző arteriovenosus shuntökben, de a nutritív véráramlás csupán lymphoedemában kielégítő, normális. Ezzel ellentétben venás elzáródásban és súlyos obliteratív verőérbetegségben a nutritív véráramlás alacsony. A kétféle típusú arteriovenosus shunt-keringés sajátosságait a lymphoedemában és venás occlusioban végzett méréseink összehasonlításával a 9. számú ábrán szemléltetjük.

A totalis véráramlás (TLBF) és a nutritív véráramlás (NLBF), valamint a végtagi arteriovenosus O_2 különbség változásait a normális érték százalékában fejeztük ki. A végtagi O_2 differentia mind lymphoedemában, mind venás elzáródásban alacsony az arteriovenosus shunt-keringés kifejlődése miatt; nutritív véráramlás lymphoedemában normális, venás elzáródásban csökkent.

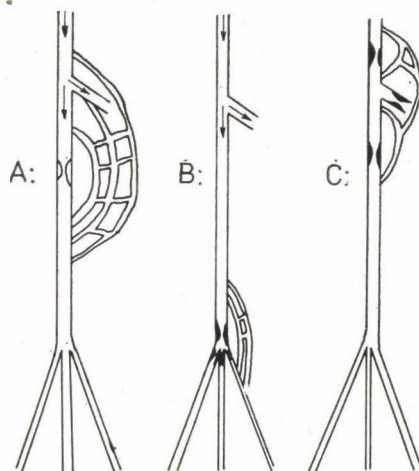
Megbeszélés

A végtagi — peripheriás érrendszer a szervezet sajátos érterülete, melynek jellegzetes keringésregulatioja van (Solti (1977)). A peripheriás érrendszer betegségeiben (obliteratív verőérbetegségek, venás rendszer betegségei, nyirokerek megbetegedései) azonban jelentősen és rendszerint jellegzetesen megváltozik a végtagi vérkeringés és annak szabályozása.

Obliteratív verőérbetegség — végtagkeringés

Peripheriás — végtagi — obliteratív verőérbetegségekben többszörös érstenosis, sőt elzáródás jön létre a végtagi érterületben. Az elzáródásnak, érstenosisnak megfelelő helyeken megkerülő érpályák fejlődnek ki, ezek a collaterális pályák, ha elegendő számúak, tágasságúak és az elzárt érszakasz nem nagyon hosszú, úgy kielégítő vérellátást biztosíthatnak az elzáródástól distalisan fekvő érpályák felé. A szomszédos, ép érterületek felől is kialakulhat collaterális keringés az elzárt, vagy beszűkült érpálya irányába. A collaterális keringés lehetőségei, kiterjedése egyrésztől és az obliteratív verőérbetegség okozta stenosisok, elzáródások kiterjedése és nagysága másrésztől, szabják meg a végtagi szövetek vér és O_2 ellátásának alakulását.

A kiterjedt obliteratív végtagi verőérbetegségek leggyakoribb tünetei a munkavégzésre — járásra — jelentkező ischaemiás végtagi fájdalom: claudicatio intermittens. Kétségtelennek látszik, az hogy obliteratív verőérbetegségek nagy többségében a végtagkeringés tartaléka kicsi, járásra a végtagi szövetek O_2 és vérellátása elégtelenné válik. Izommunkára, terhelésre a kérdést vizsgálók túlnyomó többsége azt találta, hogy a végtagi véráramlás sokkal kisebb mértékben fokozódik obliteratív verőérbetegségben, mint normálisan (Tonnesen (1968), Lewis és mtsai (1972), Linhart és mtsai (1974), Danilenko és mtsai (1977), stb.).



KOLLATERÁLIS HÍD PÁLYÁK A=+++
B=++
C=+

LBF = A > B > C

10. ábra A collateralis pályák kialakulása különböző típusú (A: egyszeres, B: peripheriás; C: emeletes) érelzáródásban

Jóval eltérőbbek, különbözők azonban a vélemények abban a tekintetben, hogy milyen a végtagi véráramlás és O_2 felvétel basalis körülmények között a különböző típusú, kiterjedésű obliteratív érbetegségekből és hogy milyen összefüggés található a vérkeringés alakulása és a klinikai tünetek között. A szerzők többsége szerint a végtagi véráramlás nyugalomban nem jellemző, obliteratív verőérbetegségben, illetve nem tér el lényegesen a normálistól. (Carlson és Pernow (1962), Fajgelj és mtsai (1962), Hlavová és mtsai (1968), Lewis és mtsai (1972), Linhart és mtsai (1974), stb.) A szerzők kisebb részének vizsgálatai szerint verőérszűkületben a végtagi véráramlás nyugalomban is kisebb a normálisnál (Gottstein és mtsai (1969), Danilenko és mtsai (1977)).

Vizsgálataink szerint a végtagi vérkeringés jelentősen módosul a végtagi verőerek obliteratív betegségében. A végtagi véráramlás kisebb mértékű claudicationnal járó kórképekben nyugalomban közel normális, vagy alig csökkent. Nagyfokú claudicatio intermittens esetén (járási távolság < 200 lépés), a végtagi véráramlás átlagosan már jelentősen kisebb a normálisnál (előfordul azonban kivételesen normális végtagi véráramlás is súlyos claudicatioiban). Nyugalmi végtagfájdalommal járó peripheriás érbetegségekből a végtagi véráramlás kivétel nélkül alacsony.

A végtagi keringés alakulása függ még az érstenosis, érelzáródás helyétől, kiterjedésétől is. Legkifejezettebb a végtagi vérkeringés romlása (alacsony véráramlás, magas végtagi érellenállás és csökkent végtagi O_2 felvétel) több-

szőrös, emeletes érelzáródás esetén. Ennek valószínű magyarázata az, hogy a collateralis keringés kifejlődésének feltételei többszörös érelzáródásban a legrosszabbak. Az érelzáródás localisatioja és a collateralis „hid-pályák” kialakulása közötti összefüggést a 10. számú ábrán szemléltetjük.

Nagyszámú collateralis pálya kifejlődése várható egyszeres érelzáródásban. Rosszabbak a collateralis pályák lehetőségei peripheriás elhelyezkedésű érelzáródásban. Legkevésbé várható a szűkült — elzáródott — érszakasz collateralisok révén való kellő áthidalása többszörös érelzáródásban.

Fontos kérdés az, hogy végtagi verőérbetegségekben a pathológiásan megváltozott végtagi vérkeringés hogyan javítható, hogyan módosul therapiás érsebészeti beavatkozások hatására.

Az egyik — régebben egyedül rendelkezésre álló — eljárás a kóros, elégtelen végtagi vérkeringés javítására: a lumbalis sympathectomia. Ismeretes az, hogy a sympathicus ingerlés kifejezetten vasoconstrictor hatású a végtagi érrendszerben (elsősorban a bőrerekben). A sympathicus denerválás ezért jelentősen csökkenti a végtagi érellenállást. Lumbalis sympathectomiát régóta végeznek a végtagkeringés javítására. A végtagkeringés vizsgálatok eredményei azonban eléggé eltérőek sympathectomia után. A szerzők egy része nem talált lényeges változást sympathectomia után a végtag nyugalmi véráramlásában, míg járást követően (reactiv hyperaemia) a végtagi véráramlás növekedését találták a műtét előtti értékhez képest. (*Barbey és mtsai (1963), Ehringer és mtsai (1967), Bollinger és mtsai (1968), stb.*)

Weidinger és Denck (1976) szerint a betegek egy részében jelentősen megnő a végtagi véráramlás sympathectomia után, míg az esetek közel felében nem változik. Több munkacsoport vizsgálata szerint a végtagi véráramlás egyáltalán nem változik meg sympathectomia után érzékküvetben szenvedő betegekben (*Coffman és Mannick (1965), Myers és Irvine (1966), Nakata és mtsai (1975), stb.*). A vizsgálók egy része szerint a bőr keringése jelentősen javul sympathectomia után, az izomkeringés nem változik (*Lynn és Bercroft (1950), Moore és Hall (1973)*). A végtagi nyugalmi véráramlás jelentős növekedését észlelték — a fentiekkel ellentétben — *Löfström és Zetterquist (1967),* valamint *Rocher és mtsai (1975)*).

Vizsgálataink szerint a végtagi vérkeringés obliteratív verőérbetegségben significansan javul sympathectomia hatására: nő a végtagi véráramlás, csökken a pathológiásan magas végtagi érellenállás. A javulás azonban nagyrészt átmeneti. Hat hónappal a sympathectomia után már alig nagyobb a végtagi véráramlás, mint a sympathectomia előtt. A bőrhőmérséklet ezzel szemben tartósan emelkedik sympathectomia hatására. Úgy látszik, hogy a sympathectomia elsősorban a trophiás bőrelváltozások gyógyítására és a végtagi vérkeringés átmeneti javítására alkalmas. Ezért használható helyreállító érműtét előtt bevezető műtétként a végtagi keringés átmeneti javítására és a collateralis keringés kifejlődésének serkentésére.

A peripheriás obliteratív érbetegségek egy jelentős része alkalmas helyreállító érműtét végzésére. A sikeres műtét (az elzárt érszakasz venadarabbal, vagy műanyag csővel való áthidalása, vagy az elzáródott érszakasz thromboendarterectomiával történő átjárhatóvá tétele) lehetővé teszi azt, hogy az elzáródástól distalis területre kellő véráram jusson.

Egyértelműen bebizonyosodott az, hogy a helyreállító érműtét után közvetlenül a végtagi véráramlás jelentősen megnő (műtét előtt és után elektromagnetikus flow-méterrel történt mérések). A műtét utáni későbbi vérkeringésváltozásokat illetően azonban már eltérőbbek a vélemények. A vizsgálók egy része szerint helyreállító érműtét után csak reactiv hyperaemiában javul meg jelentősen a végtagi véráramlás, de a nyugalmi érték nem tér el lényegesen a műtét előttről (*Ehringer* és mtsai (1967), *Bollinger* és mtsai (1968)). A szerzők többsége szerint rekonstruktív érműtét után jelentősen megnő a végtag basalis — nyugalmi — véráramlása is (*Coffman* és *Mannick* (1965), *Renwick* és mtsai (1968), *Bell* és *Short* (1971), *Czakó* és mtsai (1974), *Gyurkó* és mtsai (1976)).

Vizsgálataink szerint helyreállító érműtét után jelentősen és tartósan megváltozik a pathológiás végtagi keringés. Megnő a végtagi véráramlás, csökken a végtagi vascularis ellenállás. A végtagkeringés javulása tartós, hosszú hónapokkal a műtét után is kimutatható. A betegek egy részében a végtagi véráramlás eléri a normális értéket helyreállító érműtét után.

Venás rendszer megbetegedései — végtagkeringés

A végtagkeringés változását venás betegségek hatására nagyon keveset tanulmányozták. Kevés számú idevonatkozó vizsgálat szerint a végtagi véráramlás normális nagyságú varicositasban (*Avenander* (1960), *Abramson* és *Fierst* (1962), *Eirikson* és *Dahn* (1968)).

Figyelemre méltó az, hogy *Schrott* (1961), valamint *Haeger* és *Lindell* (1966) varixokból vett vérben magas O_2 saturatiót talált.

Vizsgálataink azt igazolják, hogy a végtagkeringés sajátos módon változik meg varicositasban. Jelentős arteriovenosus shunt-keringés észlelhető a juvenilis típusú „forró” varixokban. Az ilyen varixok meleg volta, pulsálása és piros színe a nagyfokú arteriás vérkeveredés következménye. A nagyon kicsi arteriovenosus végtagi O_2 különbség is arteriovenosus shunt-keringésre utal. Feltűnő még a magas végtagi — totalis — véráramlás juvenilis varixos betegekben. Thrombophlebitist követő — secondar — varicositasban a végtagkeringés romlik, pathológiás jellegű. Magas a végtagi vascularis ellenállás és csökkent a végtagi O_2 felvétel. Kissé alacsony a végtagi véráramlás is.

A szokványos primaer varixokban a végtagkeringés látszólag normális marad. Normális a végtagi véráramlás és a végtagi szövetek O_2 felvétele. A végtagkeringés azonban varicositasban kissé meglassul, nő a venás nyomás.

A végtagkeringés akadályozottságát jelzi a végtagi érellenállás fokozódása is varicositasban.

A venás keringés akut akadályozottságára — venás occlusio — mint ismeretes, a végtagi véráramlás hirtelen megkisebbedik. Egy idő után azonban a venás elzáródás ellenére — a végtagi véráramlás növekedni kezd. (*Barcia és mtsai* (1972), tovább *Weber és mtsai* (1974) részletes vizsgálatai szerint felületes vena elzárás után pár nappal a végtagi szövetek vérellátása már teljesen normális, míg mélyvena-lekötés után a végtagi véráramlás erősen csökken, pár nap után ugyan emelkedni kezd, de tartósan a normálisnál kisebb marad.

Mélyvenás thrombosis után *Snyder és mtsai* (1967), valamint *Negus* (1968) mérései szerint a végtagi véráramlás nem tér el a normálistól. Velük ellentétben *Calnan és mtsai* (1962) és *Weber és mtsai* (1974) alacsony végtagi véráramlást észleltek kiterjedt mélyvenás thrombosis után.

Mélyvenás thrombosis — venás elzáródás — hatására vizsgálataink és kísérleteink szerint a vérkeringés regulatioja pathológiásan megváltozik. Megkisebbedik a végtagi véráramlás, nő a végtagi érellenállás és ezen felül az arteriovenosus shuntök is megnyílnak. A végtagi szövetek O_2 és vérellátása megkisebbedik, jellegzetes a nutritív szöveti véráramlás megkisebbedése. Sajátságos az alacsony végtagi véráramlás mellett az arteriovenosus O_2 különbség megkisebbedése. A venás elzáródásban nem ritkán észlelhető végtagi szöveti trophiás zavarok keletkezése, ezek a végtagi szövetek (izom, bőr) elégtelen O_2 ellátására vezethetők vissza.

Lymphoedema — végtagkeringés reguláció

A végtagi nyirokelfolyás akadályozottsága — a nyirokkeringés mechanikai elégtelensége — sajátos feszes, jól körülírt végtagi oedema — lymphoedema — kifejlődéséhez vezet. Sajátságos tulajdonsága a lymphoedemának az, hogy a nagyfokú végtagi duzzanat ellenére trophiás zavarok, bőrnecrosis nem észlelhetők a mélyvenás elzáródást követő oedemával ellentétben.

A lymphoedema végtagkeringésre gyakorolt hatásáról nagyon kevés adattal rendelkezünk. *Navita* (1964) indirekt véráramlási mérései alapján feltételezi, hogy lymphoedemában a végtagi vérellátás nem csökken. *Jacobson* (1967) radikális mastektomiát követő felső végtagi lymphoedemában a normálisnál nagyobb végtagi véráramlást talált.

Vizsgálataink szerint (*Solti és mtsai* (1970), *Solti és mtsai* (1971)) lymphoedemában a végtagi véráramlás jelentősen megnő és ezen felül arteriovenosus shunt- keringés is kialakul.

Végtagi lymphoedemában — vizsgálataink szerint — sajátosan változik a végtagi vérkeringés. Jelentősen megnő a végtagi totalis véráramlás, alacsony a végtagi vascularis ellenállás, ugyanakkor a végtagi nutritív véráramlás (bőr, izom szöveti véráramlás) normális nagyságú. Jelentős arteriovenosus shunt-

keringés alakul ki (microshuntök) a végtagon, ezért a végtagi arteriovenosus O_2 különbség alacsony lesz. Normális marad a végtagi szövetek O_2 ellátása.

A végtagi szövetek normális nutritív véráramlás és O_2 ellátása a magyarázata annak, hogy végtagi lymphoedemában miért nem lépnek fel trophiás zavarok.

Arteriovenosus — macro — végtagi fistula — végtagkeringés

Arteriovenosus végtagi fistula kifejlődése nem ritka jelenség. Többnyire sérüléssel (traumás) eredetű shuntról van szó, de nem ritka a veleszületett arteriovenosus végtagi fistula, iatrogen arteriovenosus végtagi fistula, mesterséges arteriovenosus fistula (haemodialysis céljából, vagy fejlődésben elmaradt atrophiás végtag növelésére).

A végtagkeringés változását arteriovenosus végtagi shuntben nagyrészt állatkísérletekben, kisebb részben human vizsgálatok segítségével tanulmányozták. *Robertson* és mtsai (1950), *Wakim* és *Janes* (1958), továbbá *Ingebrigsten* és mtsai (1963) mérései szerint az arteriovenosus shunttől distalisan a végtagi véráramlás alacsony, illetve a shunt zárására ezen a területen megnő a véráramlás. *Hillestad* (1970), valamint *Xao* és mtsai (1973) a normálisnál nagyobb végtagi véráramlást mértek arteriovenosus végtagi fistulában. Nagyszámú human méréseink szerint a végtagi véráramlás sokszorosára nő meg arteriovenosus fistulában (*Solti* és mtsai (1972)), ugyanakkor a végtagi arteriovenosus macro-shuntös keringés kifejlődését mind a végtagkeringés, mind a systemás vérkeringés nagyfokú, típusos változása követi. A végtagi véráramlás a fistulának megfelelő végtagon átlagosan a normális érték három-négyszeresére nő meg, de egyes esetekben akkor 2000—3000 ml/min is lehet az illető végtag totalis véráramlása. A végtagi vascularis ellenállás nagyon alacsony. Kicsi a végtagi arteriovenosus O_2 különbség. A perctérfogat a normális két-háromszorosára nő meg; a fistula zárására a perctérfogat közel normális értékre csökken. Meggyorsul a vérkeringés sebessége, gyakori a tachycardia kifejlődése, fokozódik a systolés vérnyomás, míg a diastolés vérnyomás alacsony, az egész vérkeringés hyperkinetikus jellegű. Gyakori a szív megnagyobbodása tartósan fennálló arteriovenosus fistula során. Sajátos a végtagkeringés regulatioja az ép végtagon is arteriovenosus fistulában. Megnő az ép végtagon a véráramlás és alacsonyabb a végtagi vascularis ellenállás. Az ép végtagi keringés változása másodlagos, a perctérfogat növekedése is a hyperkinetikus keringés kifejlődésének következménye. A fistula zárására az ép végtagi véráramlás rendszerint normális értékre csökken. Kiemelendő az, hogy az arteriovenosus végtagi fistulában a shunt alatti területen a végtagi véráramlás már jóval kisebb és a peripheriás területeken a nutritív véráramlás már rendszerint csökkent.

A fenti keringésváltozásokból következik, hogy jelentős végtagi arteriovenosus fistula eseteiben a fistula mielőbbi zárására kell törekedni, különösen

akkor, ha szívnagyobbodás alakul ki, vagy még inkább, ha *cardialis insuffientia* tünetei jelentkeznek. A végtagi arteriovenosus shunt-keringés a nagy végtagi totalis véráramlás ellenére, nem kedvező a shunttól distalisán levő szövetek vér és O_2 ellátására. Ha a végtagi fistula mellett peripheriás obliteratív érbetegség alakul ki, hamar jelentkezhetnek súlyos szöveti károsodás jelei az acrákon.

Arteriovenosus — micro — shuntök kialakulása pathológiás végtagkeringés állapotaiban

Arteriovenosus — rövid zárlatos — shuntök kialakulása mutatható ki bizonyos peripheriás érbetegségekben. Arteriovenosus fistulában — mint tárgyaltuk — arteriovenosus körülírt macroshuntös keringés alakul ki a végtagban. Lymphoedemában, mélyvenás elzáródás után és obliteratív peripheriás verőérbetegség egy kis százalékában azonban szétágazó microshuntös arteriovenosus communicatiók jönnek létre. Lymphoedemában és venás thrombosisban állat — modell — kísérleteink tanúsága szerint arteriovenosus többszörös microshuntök alakulnak ki (*Solti és mtsai (1971)*). Obliteratív — rendszerint peripheriás — (ascendáló típusú) verőérbetegségek egy részében haemodinamikai és angiographiás vizsgálatok adatai szerint rövidzárlatos microshunt-keringés jön létre. Többnyire nyugalmi fájdalom, vagy kezdődő gangraena stádiumában levő végtagról van szó. Az első észlelés *Malantól (1955)* származik. Nemsokára más vizsgálok, munkacsoportok is kimutattak arteriovenosus microshuntöket súlyos végtagi érelzáródásban (*Hobbs és Edwards (1964), Kappert (1966), Shida és Ohara (1972) Mayall és mtsai (1978)*).

Magunk nagyszámú — több mint 200 — obliteratív verőérbetegen végzett végtagkeringés vizsgálat során eddig 9 esetben észleltünk arteriovenosus shunt-keringést. Közülük 6 esetben már az angiographiás vizsgálat adatai — korai venás telődés a végtag egyes területein — hívták fel a figyelmet a shunt-keringésre. 4 esetben nyugalmi fájdalom, 5 esetben már kezdődő ujj-gangraena állott fenn. Az esetek többségében (6 beteg) ún. juvenilis típusu (Bürger típusú) peripheriás verőérbetegségről volt szó.

A nutritív keringés alakulását figyelembe véve két csoportra osztható a végtagi arteriovenosus microshuntös keringés: 1. Normális nutritív véráramlás, normális szöveti O_2 ellátás. Ebben a csoportba tartozik a lymphoedemát kísérő shunt-keringés. 2. Csökken a végtagi nutritív véráramlás és végtagi O_2 ellátás. Idetartoznak a venás elzáródást és az obliteratív érelzáródást néha kísérő végtagi arteriovenosus microshuntök. Érthető és természetes az, hogy a két utóbbi kórképben a végtagi szöveti trophiás zavarok hamar kialakulnak és gyorsan progrediálnak (főleg az obliteratív verőérbetegség talaján kialakulóknak).

A systemás vérkeringést (perctérfogat, totalis vascularis ellenállás, vérkeringés sebessége) a microshunt-keringés nem befolyásolja (a macroshuntökökkel ellentétben).

Összefoglalás

A pathológiás végtagkeringés regulatiójának tanulmányozására végzett nagyszámú vizsgálataink eredményei néhány következtetést engednek meg a pathológiás végtagkeringés sajátosságait illetően.

1. Obliteratív peripheriás verőérbetegségekben a végtagi véráramlás általában csökken. A végtagkeringés alakulása azonban nagymértékben függ az érstenosis, érelzáródás kiterjedésétől és localisatiójától. Kifejezett végtagi véráramlás megkisebbedés észlelhető akkor, ha már nyugalmi fájdalom jelentkezik.

2. Helyreállító érműtét hatására az előzőleg pathológiás végtagkeringés jelentősen javul.

3. Megváltozik a végtagi vérkeringés regulatioja venás betegségekben. A különböző típusú és eredetű varicositasban különböző módon alakul a végtagi keringés. A „juvenilis” típusú varixokban arteriovenosus shunt-keringés alakul ki. Mélyvenás thrombosisban csökken a végtagi nutritív véráramlás.

4. Lymphoedemában jellegzetes módon megnő a lymphoedemás végtag totalis véráramlása és csökken a végtagi arteriovenosus O_2 különbség. A végtagi nutritív véráramlás normális marad.

5. Arteriovenosus végtagi fistulában az illető vétagon többszörösére megnő a véráramlás és secundaer módon kissé fokozódik az ellenoldali — ép — végtag véráramlása is. Jellemző a nagyon alacsony végtagi O_2 különbség. Jellegzetes a systemás keringés változása kiterjedt végtagi arteriovenosus fistulában; megnő a perctérfogat, gyorsul a vérkeringés, alacsony a totalis vascularis nagyvérköri érellenállás.

6. Arteriovenosus microshuntös keringés alakul ki a vétagon lymphoedemában, mélyvenás thrombosisban és súlyos obliteratív verőérbetegségek egy kis százalékában. A nutritív végtagi keringés normális marad az arteriovenosus shuntök ellenére lymphoedemában, míg nagyon alacsony (elégtelen) az obliteratív verőérbetegséghez társuló microshuntök eseteiben.

IRODALOM

- Abramson, D. I. és Fierst, S. M.: Arch. Surg.: 45, 964 (1962).
 Avenander, E.: Acta Chir. Scand.: suppl. 260, 1 (1960).
 Barbey, K., Barbey, P., Loose, K. E. és Terjung, I.: Dtsch. med. Wschr.: 88. 1556 (1963).
 Barcia, P. J., Nelson, Th. G. és Whelan, Th. J.: Ann. Surg.: 175, 223 (1972).
 Bell, G. és Short, D. W.: Surgery: 70, 649 (1971).
 Bollinger, A., Schneider, K., Amman, J. és Schwarz, H.: Schweiz. med. Wschr.: 98, 1067 (1968).

- Calnan, J., Menzies, Th., Pentecost, B. L., Schillingford, J. P. és Steinegr, R. E.: *Lancet*: 2, 537 (1962).
- Carlson, L. A. és Pernow, B.: *Acta Med. Scand.*: 171, 311 (1962).
- Coffman, J. D. és Mannick, J. A.: *New Engl. J. Med.*: 273, 1297 (1965).
- Czakó, E., Solti, F. és Iskum, M.: *Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforschg.*: 40, 250 (1974).
- Danilenko, M. V., Golubcsenko, V. G., Babljak, D. E., Kalinyuk, P. P., Lelkes, J., Márk, B. és Kiss, T.: *Magy. Sebészet*: 30, 345 (1977).
- Ehringer, H., Denek, H. és Deutsch, E.: *Dtsch. med. Wschr.*: 92, 600 (1967).
- Eiriksson, E. és Dahn, I.: *Acta Chir. Scand.*: suppl. 398, 19 (1968).
- Fajgelj, A., Haeger, K., Lindell, S. E. és Olsson, N. M.: *Vasc. Dis. (N. Y.)*: 4, 280 (1962).
- Gottstein, V., Sedlmeyer, I. és Schüttler, M.: *Z. Kreislaufforschg.*: 58, 332 (1969).
- Gyurkó, Gy., Lengyel, L. és Kovács, L.: *Acta Chir. Acad. Sci. Hung.*: 17, 203 (1976).
- Haeger, K. H. M. és Lindell, S. E.: *J. Cardiovasc. Surg.*: 7, 69 (1966).
- Hillestad, L. K.: *Acta Med. Scand.*: 174, 23 (1963).
- Hillestad, L.: *Acta Med. Scand.*: 188, 191 (1970).
- Hlaloá, A., Linhart, J., Prérotsky, I., Oppelt, A. és Vervejn, B.: *Cor Vasa*: 10, 99 (1968).
- Hobbs, J. T. és Edwards, E. A.: *Ann. Surg.*: 158, 159 (1964).
- Ingebrigsten, R., Krog, J. és Levand, S.: *Acta Xhir. Scand.*: 125, 308 (1963).
- Jacobson, S.: *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.*: 3, 81 (1967).
- Kappert, A.: *Dtsch. Med. Wschr.*: 91, 1369 (1966).
- Lewis, J. D., Papathanaiou, C., Yao, S. T. és Eastcott, H. H.: *Brit. J. Surg.*: 59, 418 (1972).
- Linhart, J., Dejdár, R., Hlaloá, A. és Kruszenska, E.: *Angiology*: 25, 527 (1974).
- Löfström, B. és Zetterquist, St.: *Acta Med. Scand.*: 182, 23 (1967).
- Lynn, R. B. és Bercroft, H.: *Lancet*: 1, 1105 (1950).
- Malan, E.: *Lyon. Chir.*: 50, 641 (1955).
- Mayall, R. C. és Mayall, A. C. D. G.: *J. Cardiovasc. Surg.*: 19, 601 (1978).
- Moore, W. S. és Hall, A. D.: *J. Surg. Res.*: 14, 151 (1973).
- Myers, K. A. és Irvine, W. T.: *Brit. Med. J.*: 1, 879 (1966).
- Nakata, Y., Suzuki, S., Kawai, S., Hirai, M., Shinjo, K., Matsubara, J., Ban, I. és Shionaya, S.: *J. Cardiovasc. Surg.*: 16, 415 (1975).
- Navita, H.: *Nogaya, J. Med. Sci.*: 26, 125 (1964).
- Negus, D.: *Brit. med. J.*: 2, 156 (1968).
- Renwick, St., Gabe, I. T., Schillingford, J. P. és Martin, P.: *Surgery*: 64, 544 (1968).
- Robertson, R. L., Dennis, E. W. és Elkin, D. C.: *Surgery*: 27, 1 (1950).
- Rocher, A., Basyn, M. L. és Joos, F. E.: *J. Cardiovasc. Surg.*: 16, 384 (1975).
- Schroth, R.: *Arch. Klin. Chir.*: 297, 325 (1961).
- Shida, H. és Ohara, I.: *Angiology*: 23, 575, (1972).
- Snyder, M. A., Adams, J. T. és Schwartz, S. I.: *Surg. Gynec. Obstet.*: 125, 49 (1967).
- Solti, F., Krasznai, I., Iskum, M., Rév, J. és Nagy, J.: *Cor Vasa*: 8, 182 (1966).
- Solti, F., Nagy, J., Gergely, J., Iskum, M., Krasznai, I., Hartai, A. és Csillag, M.: *Acta Med. Sci. Hung.*: 27, 15 (1970).
- Solti, F., Ungváry, Gy., Bálint, A. és Nagy, Z.: *Angiologica*: 8, 117 (1971).
- Solti, F., Soltész, L. és Bodor, E.: *Angiologica*: 9, 69 (1972).
- Solti, F.: *Orvostudomány*: 28, 281 (1977).
- Tonnesen, K. H.: *Circulation*: 37, 402 (1968).
- Wakim, K. G. és Janes, J. M.: *Arch. Phys. Med. Rehab.*: 39, 481 (1958).
- Weber Th. R., Lindenauer, M. S., Pozderac, R. V., Freedman, W. és Fry, W. J.: *Surgical Forum*: 25, 260 (1974).
- Weidinger, P. és Denk, H.: *Thoraxchirurgie*: 24, 329 (1976).
- Yao, S. T., Needham, T. N., Lewis, B. J. és Hobbs, J. T.: *Surgery*: 73, 80 (1973).