

**Zeitschrift:** Physiotherapeut : Zeitschrift des Schweizerischen Physiotherapeutenverbandes = Physiothérapeute : bulletin de la Fédération Suisse des Physiothérapeutes = Fisioterapista : bollettino della Federazione Svizzera dei Fisioterapisti

**Herausgeber:** Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

**Band:** - (1976)

**Heft:** 268

**Artikel:** Arterielle Durchblutungsstörungen der Extremitäten : Grundlagen und praktische Hinweise für eine krankengymnastische Behandlung

**Autor:** Senn, Edward

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-930654>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Arterielle Durchblutungsstörungen der Extremitäten: Grundlagen und praktische Hinweise für eine krankengymnastische Behandlung

Von Dr. Edward Senn, Oberarzt der Rheumaklinik Kantonsspital Zürich

### 1. Teil: Grundlagen

#### 1. Probleme der Durchblutung von Extremitäten und das Krankheitsbild des intermittierenden Hinkens

Das Krankheitsbild des Hinkens mit einem Bein, auftretend erst nach einer gewissen Wegstrecke, und das Verschwinden dieses Symptoms nach einer Ruhepause, das *intermittierende Hinken* (*Claudicatio intermittens*), wurde bereits im letzten Jahrhundert von Tierärzten an Pferden beschrieben. Patienten mit dieser Symptomatik verspüren gleichzeitig einen zunehmenden Druck und dann einen rasch stärker werdenden Schmerz im entsprechenden Bein, der zum Stillstehen zwingt. Die *noch verfügbare Gehstrecke* bis zum schmerzbedingten Stillstand ist zu einem Mass für das Fortschreiten der Krankheit, resp. für die Besserung geworden (vgl. den Gehstest).

Heute weiss man sicher, dass eine *Durchblutungsstörung* meist in Form einer schweren Stenose oder eines Verschlusses einer grossen Extremitätenarterie der Grund sowohl für das Hinken, als auch für den Schmerz ist. Die bekannten Faktoren, die eine solche Gefässkrankheit begünstigen und beschleunigen, sind ähnlich den sog. Risikofaktoren des Herzinfarktes: Allen voran muss die *Bewegungsarmut* genannt werden, dann folgen das *Rauchen* und eine Gruppe von *Stoffwechselstörungen* (Fettstoffwechsel; Zuckerstoffwechsel).

Es ist kein Zufall, dass das Krankheitsbild zuerst an Pferden beobachtet wurde, an Tieren mit langen, kräftigen, muskulö-

sen Extremitäten. Die Durchblutung von Extremitäten ganz allgemein stellt eine Reihe besonderer Probleme:

— Jede Extremität ist ein beachtlicher Körperteil, der nur von der Basis her mit Blutgefässen versorgt werden kann; durch jeden Querschnitt fliesst somit das Blut für den ganzen distalen Rest des Gliedes; Stenosen und Verschlüsse in den zuführenden Arterien machen sich klinisch immer im gesamten peripheren Teil bemerkbar.

— Die kleineren Muskelgefässe verlaufen innerhalb der Muskeln selbst und werden bei jeder Gesamtmuskelkontraktion durch den dabei entstehenden inneren Muskeldruck komprimiert; jede längerdauernde isometrische Muskelleistung führt deshalb zu Minderdurchblutungen, die auch schon bei Gesunden als Spannungs- und Krampfgefühle empfunden werden können.

— Jede Extremität besteht neben dem knöchernen Gerüst praktisch nur noch aus Muskulatur und einem relativ zum Volumen ausgedehnten Hautschlauch (vgl. Oberflächen-Volumen-Beziehung); die grosse Hautfläche dient unter anderem auch der Thermoregulation des Gesamtkörpers; da die Durchblutungsgrösse der Muskulatur je nach Arbeitsleistung und die der Haut je nach Kerntemperatur ausserordentlich schwanken, ist die Anforderung bezüglich Adaptation an die zuführenden Gefässe entsprechend gross. Die Mehrdurchblutung der Haut zum Zwecke der Wärmeabgabe hat immer Vorrang vor der Mehrdurchblutung der Muskulatur zum Zwecke der Arbeitsleistung, sodass bei eingeschränkter

Adaptation in der Blutzufuhr jede örtliche und allgemeine Wärmebelastung die noch mögliche Muskeldurchblutung zusätzlich vermindert (5).

Beim Menschen sind die Beine aus nahe-  
liegenden Gründen viel häufiger von  
Durchblutungsschwierigkeiten betroffen als  
die Arme. Die allermeisten Verschlüsse lie-  
gen ca. auf Höhe Mitte Oberschenkel im  
sog. Adductorenkanal und die daraus re-  
sultierende Minderdurchblutung wirkt sich  
vor allem im Unterschenkel aus, zuerst  
spürbar im grossen Muskelpaket der Waden.

## 2. Die Regulationsmechanismen der Muskeldurchblutung

### a) Vasodilatation durch Muskelarbeit

Der quergestreifte Skelettmuskel ist mit  
einem ausserordentlich dichten Gefässnetz  
versehen. Krogh.A. (1929) hat rund 2000 m  
Kapillaren in einem einzigen Kubikzen-  
timeter Muskelgewebe errechnet. Durch ei-  
nen ruhenden Muskel fliesst dagegen nur  
relativ wenig Blut; bei entsprechender Be-  
anspruchung kann aber die Durchblutung  
rund um das 40-fache gesteigert werden.  
Dies ist durch eine kräftige Dilatation der  
zuführenden Gefässe, hauptsächlich der  
muskelkräftigen Arteriolen möglich. Im  
Verlaufe der Zeit wurde eine Vielzahl von  
Gründen für diese bedeutende Durchblu-  
tungszunahme vermutet. Immer deutlicher  
hat sich die *Muskelarbeit* mit der dabei ein-  
hergehenden Aenderung des *lokalen Stoff-  
wechsellmilieus* als der praktisch einzig  
wichtige und entscheidende Faktor heraus-  
gestellt (4,13).

Mittels einer Willkürinnervation der von  
der Minderdurchblutung gefährdeten Mus-  
keln kann man ganz gezielt im richtigen  
Gebiet die noch maximal mögliche Vaso-  
dilatation erzwingen. Alle anderen noch  
vorgeschlagenen physikalischen Therapien  
wie Wärmebelastung, Massage, Kurzwellen  
usw. sind demgegenüber kaum wirksam  
(13); darüber hinaus besteht grundsätzlich  
immer die Gefahr einer Verminderung der  
Durchblutung bei Massnahmen, die man-  
gels ungenügender örtlicher Begrenzung der  
Einwirkungen die Haut und «gesunde»  
Muskelgruppen in die Mehrdurchblutung  
miteinbeziehen und damit dem bedürftigen  
Muskelgebiet Blut «wegstehlen» (5,6,12).

### b) Durchblutungsbehinderung durch länger dauernde isometrische Kontraktionen

Eine Muskelkontraktion, die in *isometri-  
scher Anordnung* rund einen Drittel ihrer  
maximalen Muskelkraft über einige Sekun-  
den *aufrecht erhält*, entwickelt bereits ei-  
nen derart grossen Muskelinnendruck, dass  
die Gefässabschnitte mit niedrigem Blut-  
druck (Kapillaren, Venolen) komprimiert  
werden; die Folge ist eine Durchblutungs-  
verminderung, die bis zum Stop gehen  
kann. Selbst der Gesunde vermag eine auf  
solche Art herbeigeführte Hypoxie, z. B.  
bei andauerndem Zehenstehen, als Span-  
nungs-, später als Ermüdungsgefühl wahr-  
zunehmen.

Eine Muskelarbeit führt somit bezüglich  
Durchblutungssteigerung nur dann zum  
Ziel, wenn die Muskelkontraktionen rhyth-  
misch durch Erschlaffungsphasen (oder gar  
Kontraktionen der Antagonisten) unterbro-  
chen werden. Eine mehr isotonische Mus-  
kelarbeit ist weniger durchblutungsbeen-  
gend als eine isometrische. Alle diese Tat-  
sachen müssen bei der Durchführung z. B.  
der *Zehenstandübungen* berücksichtigt wer-  
den. Wir erachten rund 20 Zehenstände in  
einer Minute als ideal; die Muskelbewe-  
gung zum und auch vom Zehenstand zu-  
rück hat langsam (nicht schnellend) zu er-  
folgen; auf der Kontraktionshöhe darf  
nicht verharret werden. Die Pausen werden  
durch eine leichte Dorsalflexion der Zehen  
ausgefüllt.

### c) Förderung des venösen Rückstromes

Die rhythmischen, mehr isotonisch aus-  
geführten Muskelkontraktionen in den Ex-  
tremitäten fördern nebenbei noch den *ve-  
nösen Rückstrom* und wirken dadurch an-  
tioedematös. Bei schnell auftretenden Oe-  
demen innerhalb der Extremitäten verhält  
sich der Hautschlauch als wenig dehnbar,  
sodass der unvermeidliche Anstieg des Innen-  
druck es wiederum eine gefährliche Durch-  
blutungsbehinderung verursacht. Besonders  
gefürchtet ist dieses Oedem in der Tibialis-  
anterior-Muskelloge; hier hilft nur noch  
die chirurgische Spaltung der Haut (Tibia-  
lis anterior-Syndrom).

### d) Gefässreaktionen auf Schmerz

Die Muskelgefässe sind vom symphati-  
schen Nervensystem innerviert. Normaler-

weise besteht ihre Hauptaufgabe aber nicht in der Vermittlung der Vasodilatation unter Arbeit. Es gibt aber Versuchsanordnungen, die auf eine mögliche übermässige *Vasokonstriktion* im Anschluss an akute Arterienverschlüsse hinweisen (11); möglicherweise spielen dabei die reflektorisch verarbeiteten Schmerzafferenzen eine Rolle. Es entspricht daher einer *Vorsichtsregel*, bei den Trainingsübungen die Schmerzgrenze nicht zu überschreiten. Andererseits betonen wieder andere Autoren, dass die *Oeffnung* der *Gefässe* mit einer schmerzhaften Empfindung einhergehe. Das Problem ist somit noch nicht geklärt. Bis auf weiteres gilt deshalb noch die Empfehlung, sich der Schmerzgrenze (leicht schmerzhaftes Druckgefühl) so oft als möglich zu nähern, sie aber nicht zu überschreiten.

### 3. Hämodynamische Verhältnisse während und nach der Entwicklung einer Stenose

#### a) Die Folgen eines starren sklerotischen Arterienabschnittes

Eine Vasodilatation, d. h. eine Vergrösserung des Querschnittes der betroffenen Gefässe, ist unbedingte Voraussetzung für eine Mehrdurchblutung (3). Diese Forderung nach Dehnbarkeit der Gefässe spielt allerdings wegen der physikalischen Gesetze der kleinen Röhren (Hagen-Poiseuille) praktisch bei den kleinen Arteriolen eine viel grössere Rolle als bei den grossen Hauptgefässen. *Die fehlende Möglichkeit zur Wanddehnung* infolge einer Sklerose kann sich u. U. auch bei noch freiem Lumen bei entsprechender Beanspruchung funktionell bereits als Stenose auswirken. Die praktische Bedeutung einer Arteriosklerose der *kleineren* Gefässe liegt primär in der fehlenden Dehnbarkeit und erst sekundär in der Entwicklung stenotischer Bezirke. Bei den *grossen* Gefässen wie der A. femoralis und ihrer Hauptäste wird eine Arteriosklerose erst dann klinisch wirksam, wenn tatsächlich erhebliche Stenosen auftreten, die auch in röntgenologischen Gefässdarstellungen sichtbar sind.

#### b) Die Entwicklung von der Stenose zum Verschluss

Viele Stenosen entwickeln sich derart langsam, dass der Kollateralkreislauf genü-

gend Zeit hat, sich entsprechend den Bedürfnissen zu adaptieren; solche Stenosen sind klinisch stumm. Entwickeln sich die Stenosen schneller und haben sie bereits einen hohen Verengungsgrad erreicht, resultiert das klinische Bild einer Claudicatio intermittens. Bei jeder wirksamen Stenose besteht umso eher die *Gefahr eines akuten, vollständigen Verschlusses*, je enger die Stenose bereits ist. Die notwendigerweise erhöhte Strömungsgeschwindigkeit mit ihrem Bedürfnis nach erhöhter kinetischer Energie im Bereiche des stenosierten Abschnittes führt zu einer entsprechenden Druckabnahme im verengten Gefässlumen (Gesetz von Bernoulli), sodass bei erhaltenem Gewebedruck die Stenose von aussen zusätzlich noch zusammengedrückt wird. Eine anfänglich langsam sich bildende Stenose kann deshalb dennoch zum klinischen Bild eines akuten Verschlusses führen.

Jedes klinisch *akut verlaufende Verschlussereignis* gehört in die Hände des *Chirurgen*, damit die Möglichkeit eines operativen Eingriffes geprüft werden kann. Bei einer *chronischen Symptomatik* muss solange als möglich mit *physiotherapeutischen Mitteln* eine Besserung angestrebt werden.

#### c) Die Bildung eines Kollateralkreislaufs

Die klinische Erfahrung als auch die experimentelle Chirurgie an Versuchstieren lehrt, dass nicht jeder akute Verschluss zum Verlust der Extremität führt (6). Ein erstaunlich schnell sich entwickelnder *Umgebungskreislauf* führt bereits nach Minuten zu einer gewissen Erholung der Minderdurchblutung (2). Die schnelle Erholung kann für das Ueberleben der Extremität genügen. Nach den ersten Stunden schreitet die Erholung allerdings nur noch langsam fort (2). Im Verlaufe der Zeit wurden immer wieder andere Faktoren in den Vordergrund gestellt, die für die Entwicklung eben dieses Kollateralkreislaufes verantwortlich gemacht wurden. Noch immer sind Teilfragen ungelöst geblieben. Heute dominiert die folgende Vorstellung, die auch gleichzeitig einleuchtend und auf einfache Art und Weise die Wirksamkeit einer krankengymnastischen Behandlung deutet (vgl. Fig. 1 und 2):

Wir suchen für unsere Therapie- und Behandlungsstelle Rapperswil

# 1 Physiotherapeutin

(evtl. auch Teilzeit)  
mit Bobath-Ausbildung

Es handelt sich um einen Posten mit abwechslungsreicher (behinderte Kinder in jedem Alter) und selbständige Tätigkeit, die Verständnis und Liebe für behinderte Kinder erfordert.

Wir bieten neuzeitliche Arbeitsbedingungen in kleinem, aufgeschlossenem Team, gute Besoldung mit 13. Monatslohn, 5-Tage-Woche (40 Stunden, 6 Wochen Ferien. Möglichkeit zum Eintritt in unsere Personalvorsorge. Bei der Wohnungssuche sind wir Ihnen gerne behilflich.

Bewerbungen oder Anfragen richten Sie bitte an:

## **REGIONALGRUPPE ZÜRICH**

der Schweiz. Vereinigung zugunsten cerebral gelähmter Kinder  
**8001 Zürich**, Bahnhofquai 9, Tel. (01) 27 79 46

Hôpital de Moutier

## cherche un **Physiothérapeute**

Le nouveau centre hospitalier de Moutier comptera 160 lits et comprendra les services de chirurgie, gynécologie-obstétrique, médecine, division d'enfants et soins intensifs.

Un service de physiothérapie, bien équipé, est prévu, comprenant notamment: piscine, bain médical, fango et autres traitements électromédicaux.

Pour sa mise en fonction, dans le courant de l'année 1976, l'hôpital souhaite s'adjoindre les services d'un collaborateur ayant une excellente formation et si possible plusieurs années de pratique.

Les conditions de travail sont celles d'un hôpital moderne et pour la détente nous offrons un restaurant accueillant, des locaux de loisirs, tennis couvert, piscine ouverte.

Les candidatures sont à adresser au service du personnel, tél. (032) 93 61 11, hôpital du district — **2740 Moutier**.

# Krankengymnastik

auf unseren seit 25 Jahren bewährten

## Zellgummi-Matten

mit pneumatischer Elastizität, hygienisch einwandfrei, Oberseite mit roter abwaschbarer PVC-Kaschierung, Geräusche und Kälte isolierend, Feuchtigkeit abweisend, rutschfest, 60/100/125 cm breit, beliebig lang, aufrollbar.

Bitte verlangen Sie ein bemustertes, unverbindliches Angebot.

**Gummi-Maag AG    8600 Dübendorf    (01) 821 31 31**



**Quarzfit®-Gewichtsbänder  
für Reedukation und  
Training von Armen und  
Beinen. Verblüffend ein-  
fach, wie alle guten Ideen.**

*Quarzfit-Gewichtsbänder sind die ideale Methode, Arm- und Beinmuskeln ohne grosse Anstrengung zu stärken. Die beliebig verstellbaren, leicht zu befestigenden Haftbänder gibt es in Gewichten von ½, 1, 2 und 3 kg, die sich durch Aufdruck und verschiedene Farben unterscheiden.*

**QUARZFIT**

**QUARZ AG**  
Quarz AG, Othmarstrasse 8  
8034 Zürich, Tel. 01/34 99 25

## Bern

Gesucht auf September 1976 in Spezial-  
arztpraxis mit moderner physikalischer  
Therapie, erfahrene, selbständige

### **Physiotherapeutin**

Günstige Arbeitsbedingungen, vielseitige  
Tätigkeit (Rheumatologie, Orthopädie,  
Neurologie, Innere Medizin)

Offerten mit den üblichen Unterlagen  
sind erbeten unter Chiffre 857 an Plüss  
Druck AG, Postfach 1301, 8036 Zürich.

## Klinik Hirslanden Zürich

sucht zur Ergänzung des Teams gut  
ausgebildete, freundliche

### **Masseuse / Bademeisterin**

Eintritt so bald als möglich.

Offerten an: KLINIK HIRSLANDEN,  
Direktion, Witellikerstr. 40, 8008 Zürich,  
Tel. (01) 53 32 00.

### **Kreisspital Oberengadin Samedan**

Wir suchen per sofort oder nach Ue-  
bereinkunft

### **1 dipl. Physiotherapeutin**

- Absolut selbständige Tätigkeit
- Zeitgemässe Entlohnung
- Auf Wunsch 1-Zimmerappartement  
in unserer neuen Personalsiedlung.

Bewerbungen mit den üblichen Unter-  
lagen sind einzureichen an:

Kreisspital Oberengadin, Verwaltung,  
7503 Samedan, Telefon (082) 6 52 12.

Gesucht wird nach **Buchs SG** —  
**Sargans** auf den 1. August 1976 oder  
nach Vereinbarung

### **1 Physiotherapeutin mit Bobath-Ausbildung**

Es handelt sich um eine abwechslungs-  
reiche, selbständige Arbeit an der Be-  
ratungsstelle für CP-Kinder der Region.  
Gute, zeitgemässe Anstellungsbedin-  
gungen.

Bewerbungen werden erbeten an das  
**Sekretariat des Schweizerischen Roten  
Kreuzes, Sektion Werdenberg-Sargans**  
Postfach 564, CH - 9470 Buchs SG.

Telefonische Auskunft erteilt:  
Rotes Kreuz Werdenberg-Sargans, Se-  
kretariat Telefon (085) 6 45 15 oder  
Frau E. Widmer, Storchenbühl,  
9475 Sevelen, Telefon (085) 5 52 00.

**Krankenhaus Wald ZH**

Zürcher Oberland

Wir suchen

## **Physiotherapeut/en/in**

Eintritt sofort oder nach Vereinbarung.

Gute Anstellungsbedingungen.

**Krankenhaus Wald ZH, Verwaltung**  
8636 Wald ZH, Telefon (055) 95 12 12.

Zwei holländische

## **Physiotherapeutinnen**

mit einjähriger Kranken-  
hauspraxis, suchen

## **Anstellung in der Schweiz**

zunächst für ein Jahr, auch  
französisches Sprach-  
gebiet, evtl. auch getrennt.

Angebote an Frl. Hanna van  
der Mast, Platzstraat 206,  
Rotterdam 3024, Holland

### **Bezirksspital Niederbipp (170 Betten)**

Wir sind mit Ihnen der Meinung, dass der Wechsel des Arbeitsplatzes überlegt sein will und Vorteile bringen soll. Ihre Wünsche als

## **PHYSIOTHERAPEUTIN**

glauben wir zu kennen: Verantwortung, Selbstständigkeit, kleines Team mit gutem Arbeitsklima. Genau das bieten wir Ihnen.

Wenn Sie

- abwechslungsreiche Arbeit vorziehen,
- in einer gut eingerichteten Therapie arbeiten möchten,
- eine geregelte Arbeitszeit wünschen (5-Tage-Woche),
- sehr gute Lohn- und zeitgemässe Anstellungsbedingungen erwarten,
- ein schönes Einzelzimmer voraussetzen,
- die Benützung der Friseurkojen, des Televisionszimmers, des geheizten Personalschwimmbades schätzen,
- Näheres erfahren möchten,

dann bitten wir Sie, umgehend die üblichen Bewerbungsunterlagen an die **Verwaltung** zu richten. Telefon (065) 73 11 22, intern 102.

In unsere Physiotherapie suchen wir:

## **Physiotherapeut (in)**

Unsere moderne Physiotherapie bietet abwechslungsreiche Tätigkeit in kleinem Team, 5-Tage-Woche, 4 Wochen Ferien und 13. Monatsgehalt. Kenntnisse der Bobath-Behandlungstechnik erwünscht.

Bewerbungen mit den entsprechenden Unterlagen an:

Hermann Michel, dipl. Physiotherapeut,  
alte Bahnhofstr. 3, **5610 Wohlen**.

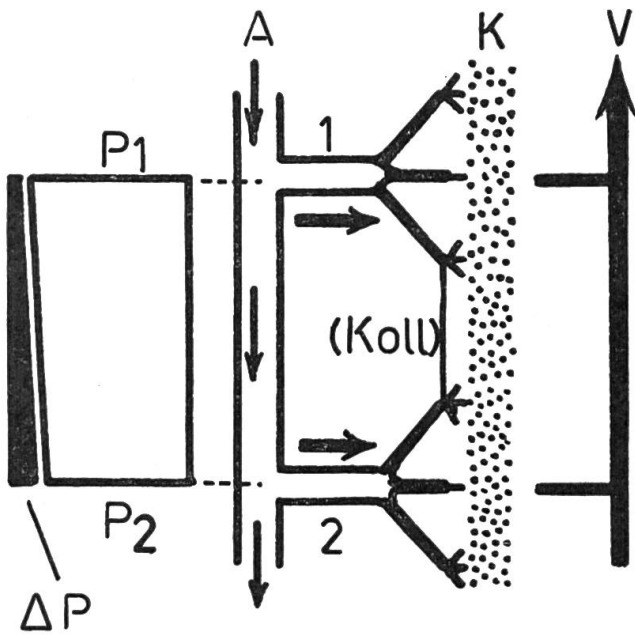


Fig. 1

— Unmittelbar nach einem vollständigen Verschluss sinkt der Blutdruck distal des verschlossenen Teilstücks praktisch auf Null; der Druck davor bleibt gleich oder erhöht sich sogar noch ein wenig, sodass sich über oder um den Verschluss ein *grosser Druckabfall* oder *Druckgradient* entwickelt(2). Dieser Druckgradient wirkt sich auch auf das Kapillargebiet und die vorhandenen anastomosierenden kleineren Gefäße aus, die zwischen dem letzten Arterienast vor und dem ersten nach dem Verschluss liegen.

— Innerhalb der Versorgungsgebiete zweier benachbarter Arterienäste, resp. zweier benachbarter Arteriolen fließt nicht nur das *Kapillarnetz lückenlos ineinander* über, d. h. die Kapillaren anastomosieren, sondern im Bereiche der quergestreiften Skelettmuskeln gibt es normalerweise bereits kleinere Arteriolen «(Koll)» in Fig. 1), die unter Umgehung des Kapillargebietes direkt ineinander übergehen (9, 10); diese *kleinen anastomosierenden Gefäße* sind normalerweise von keiner Bedeutung für die Durchblutung. Nach einem akuten Verschluss aber wirkt plötzlich ein so grosser Druckgradient auf diese kleinen verbindenden Gefäße ein, dass sie in den folgenden Tagen gedehnt werden und einen ordentlichen Kollateralkreislauf garantieren («Koll» in Fig. 2). Der sich entwickelnde Kollateralkreislauf führt aber auch zu einer Erholung des Druckes hinter dem Verschluss, sodass der Druckabfall in Ruhe

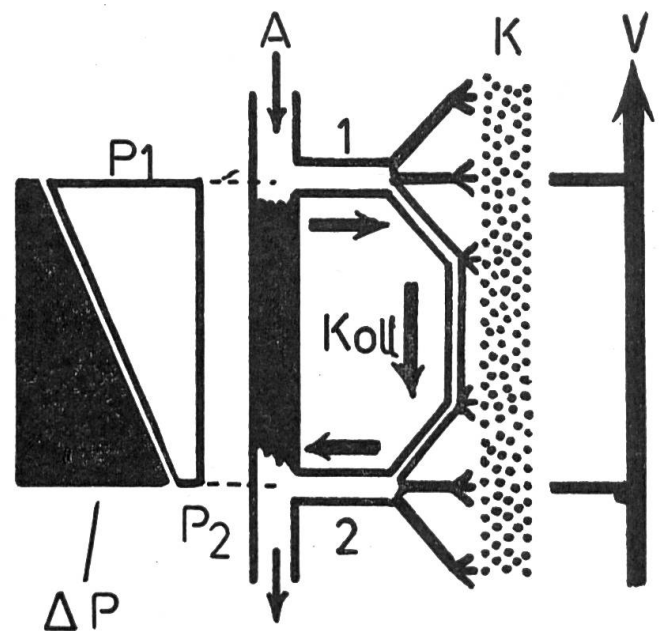


Fig. 2

wiederum sehr klein wird; Die anastomosierenden Gefäße werden nicht mehr weiter gedehnt.

— Klinisch hat man die sichere Feststellung gemacht, dass die *Durchblutung noch verbessert* werden kann, d. h. dass der Kollateralkreislauf noch leistungsfähiger wird, wenn die von der Minderdurchblutung betroffene *Muskulatur regelmässig gebraucht* wird.

Erzeugt die arbeitende Muskulatur einen «Bluthunger», der von den Umgehungsgefäßen registriert wird? Was verändert sich hämodynamisch, wenn die distalen Muskeln arbeiten? Dadurch entsteht wiederum eine kräftige Vasodilatation (3), die aber zu einem deutlichen Blutdruckabfall in den Versorgungsgebieten hinter dem Verschluss führt, weil die beschränkt mögliche Blutzufuhr über den bestehenden Kollateralkreislauf zu einer nicht adäquaten Füllung des dilatierten Gefässbettes führt. Der arbeitsbedingte Blutdruckabfall distal des Verschlusses kann am Patienten gezeigt werden (1, 3). Diese *Arbeitssituation* gleicht jener kurz nach dem Verschluss, indem erneut ein *grosser Druckgradient* über dem zu verbessernden Kollateralkreislauf liegt, welcher der adäquate Grund für dessen Verbesserung zu sein scheint (7,8). Im chronischen Stadium geht es weniger um die passive Dehnung, sondern um eigentliche Wachstumsprozesse der vorhandenen Gefäße und um Neubildungen (9). Wachs-

tumsvorgänge brauchen Zeit (Monate) und bedürfen des *regelmässig auftretenden Wachstumsreizes*. Die Zahl der täglich zu leistenden Uebungen wird von der Physiotherapeutin ermittelt und vorgeschrieben. Diese, die Muskulatur rhythmisch isotonisch belastenden Uebungen müssen *intervallmässig dreimal* hintereinander in der vorgeschriebenen Anzahl durchgeführt werden, wobei die beiden Pausen dazwischen rund 1—3 Minuten dauern. Es genügt, zweimal am Tag diese Uebungsgruppen durchzuführen. *Trainiert wird selbständig zu Hause*, kontrolliert und neu verordnet in der *wöchentlichen Gruppengymnastikstunde*.

#### Legende zu Fig. 1 und Fig. 2

Fig. 1 stellt schematisch vereinfacht die Gefäss- und Strömungsverhältnisse bei freiem Durchgang der grossen Arterie A zwischen den Arterienästen 1 und 2 dar. Man beachte das bereits angelegte, aber dünne Verbindungsgefäss (Koll) zwischen den beiden Versorgungsgebieten 1 und 2. Der Druckabfall (Delta P) zwischen der Abgangsstelle 1 und 2 ist klein.

Fig. 2 stellt dasselbe dar, aber unmittelbar nach der Entwicklung einer *Stenose* oder aber *später* während einer *Muskelarbeit* der distal davon liegenden Muskulatur. Der Druckabfall oder der sog. Druckgradient (Delta P) zwischen den Abgangsstellen der Arterienästen 1 und 2, d. h. zwischen dem prästenotischen und dem poststenotischen Gebiet ist gross, sodass die Verbindungsgefässe ausgeweitet werden und ein eigentlicher Kollateralkreislauf (Koll) um die Stenose herum entsteht. Man beachte, dass im Arterienast 2 das Blut in der umgekehrten Richtung fliesst. Dies ist bei den Arterien möglich, da sie keine Klappen besitzen.

#### Abkürzungen

A Hauptarterie

K Kapillargebiet

V Venöser Abfluss

1 Arterienast 1; resp. prästenotisch

2 Arterienast 2; resp. poststenotisch

Koll Kollateralkreislauf

P 1 Blutdruck beim Abgang des Arterienastes 1, resp. prästenotisch

P 2 Blutdruck beim Abgang des Arterienastes 2, resp. poststenotisch

Delta P Druckabfall oder sog. Druckgradient zwischen den Gebieten 1 und 2.

#### 4. Die Krankengymnastik bei arteriellen Durchblutungsstörungen der Extremitäten

##### a) Die wöchentliche Gruppengymnastikstunde

Alle Patienten mit peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen werden wöchentlich ein Mal in Gruppen von 10—20 Patienten für eine Gymnastikstunde zusammengenommen. Es muss von allem Anfang betont werden, dass diese Stunde keine Trainingsstunde ist, sondern dass das eigentliche Training zu Hause durchgeführt wird. Demgegenüber hat die Gruppengymnastikstunde die folgenden Aufgaben zu erfüllen:

1. *Psychologische Betreuung der Patienten:* Aufmunterung; Erklärungen über die Notwendigkeit des regelmässigen Trainings und über den Wirkungsmechanismus; Klärung von Schwierigkeiten; Rücksprache mit dem Arzt in die Wege leiten.
2. *Lockerung* des gesamten Bewegungsapparates: Die meisten Gefässpatienten verhalten sich krampfhaft und haben sich im Verlaufe der Zeit mit einer minimalen Beweglichkeit abgefunden.
3. *Korrektur der Haltung und der Atmung:* Eine korrekte Atmung auch unter Belastung führt zu einer optimalen Sauerstoffsättigung des Blutes.
4. *Schulung der allgemeinen Beweglichkeit:* Die schmerzbedingte Immobilisation führt zum Verlust des Sinnes für eine allgemeine Beweglichkeit.
5. Viele der Patienten haben zusätzlich noch *spezielle Schmerzprobleme*, die gleichzeitig mitbehandelt werden können und für die spezielle Hausaufgaben abgegeben werden sollten.
6. *Ermittlung der Zahl geforderter Uebungen* für das regelmässige Gefässtraining zu Hause (siehe unten).

Die Gruppenstunde sollte in einer aufgelockerten und fröhlichen Atmosphäre durchgeführt werden, damit die Patienten Freude an der Gymnastik und am Training bekommen.

## b) Das eigentliche Trainingsprogramm zu Hause

Die Patienten müssen täglich zu Hause *zweimal*, d. h. je am Vor- und Nachmittag selbständig trainieren. Das Training besteht in der rhythmischen Wiederholung einer einzigen, einfachen Übung, die gezielt die von der Minderdurchblutung betroffene Muskulatur belastet. Liegt der Verschluss im kleinen Becken (sog. Beckentyp) werden Kniebeugen verlangt; liegt er auf Höhe des Oberschenkels, werden die oben beschriebenen Zehenstand-Übungen vorgeschrieben. Am Ende jeder Gymnastikstunde wird die verlangte Übung im richtigen Tempo unter Aufsicht so lange durchgeführt, bis die Schmerzgrenze erreicht ist. Von der erreichten Anzahl genügt für zu Hause die Durchführung von nur Zweidritteln, dafür dreimal hintereinander mit je einer Pause von 1—3 Minuten dazwischen. — Ein täglicher Spaziergang von mindestens einer halben Stunde mit einer eingebauten leichten Steigung fördert noch den allgemeinen Herzkreislauf-Trainingszustand.

## c) Resultate

Die Ergebnisse sind derart ermutigend, dass die Durchführung allen Patienten empfohlen werden kann. Auch unter Patienten mit einer äusserst langen Anamnese und fortgeschrittenen Krankheitsstadien erreicht man mit rund einem Viertel innerhalb eines Jahres eine derartige Verbesserung, dass das «Walk-through»-Phänomen (siehe unten) auftritt und eine Gehstrecke von 1000 m erreicht wird. — Es muss aber auch schon als Erfolg gewertet werden, wenn die Gehstrecke nicht mehr weiter abnimmt und eine Amputation vermieden werden kann.

Bei Kenntnis der entsprechenden krankengymnastischen Behandlungsart ist die Durchführung einfach und an keine Apparate gebunden.

## 5. Der Gehstest und das «Walk-through»-Phänomen

Die Gehstests werden regelmässig alle 2—3 Monate gemeinsam von einem Arzt und der behandelnden Physiotherapeutin durchgeführt und stellen die Kontrollpunkte und Wegweiser auf dem therapeutischen Weg dar. Dabei muss der Patient bei einer standardisierten Kadenz von 120 Schritten pro

Minute (die Verwendung eines Metronoms ist unerlässlich) bis zu jenem Punkt weiter-schreiten, bei welchem ihn die Schmerzen zum Stillstehen zwingen. Der Patient wählt selbst die ihm angenehme Schrittlänge. Besonders gegen Ende der tolerierten Wegstrecke muss der Patient vor einer Verlangsamung seines Schrittrhythmus bewahrt werden. Gemessen wird in erster Linie die zurückgelegte Wegstrecke und in zweiter Linie die dafür benützte Zeit. Werden Gehstrecken von 900—1000 m erreicht, wird der Test abgebrochen, weil dann kein hypoxiebedingter Schmerz mehr zu erwarten ist.

Normalerweise wird das während des Gehtestes auftretende Spannungsgefühl in der betroffenen Muskulatur vorerst vom beschriebenen Hinken begleitet, später von einem progressiv zunehmenden Schmerzgefühl überlagert. Diese immer schnellere Zunahme des Schmerzes zwingt zu einem Stillstehen nach einer gut umschreibbaren und für den Patienten charakteristischen Gehstrecke.

Bei *prognostisch günstigen Patienten* weicht nach Monaten des Trainings die schnelle Schmerzzunahme einem immer flacher werdenden Uebergang des Spannungsgefühles in einen ziehenden und fesselnden Schmerz nur leichten Grades, der indessen *wieder zurückgeht*, obwohl der Patient in der standardisierten Art und Weise *weitergeht*. Der Patient vermag sozusagen durch seinen eigenen Schmerz hindurch zu schreiten (walk-through), der Schmerz wird auch bei fortgesetzter Leistung zu einem vorübergehenden Phänomen. Diese Situation muss bei jedem neuen Gehtest vorsichtig gesucht und abgetastet werden. Dazu braucht es vom Arzt und der Therapeutin einerseits etwas Aufmunterung, andererseits auch Vorsicht. Ist vom Patienten diese Schmerzhürde überstanden, kann er bei gleichem Tempo beliebig weitergehen.

Man stellt sich am Anfang der Gehstrecke eine zunehmende Konzentration von Metaboliten (Abbauprodukte) im Muskel vor, die einerseits den zunehmenden Schmerz verursachen, andererseits aber auch zu einer — relativ rasch einsetzenden — Oeffnung der Kollateralgefässe führt. Die dadurch ermöglichte Mehrdurchblutung

würde die Stoffwechselprodukte in erhöhtem Masse abtransportieren und damit den Schmerzrückgang bedingen. Diese Vorstellung der Entstehung des «Walk-through»-Phänomens, wie es in analoger Weise bei coronarkranken Herzen beobachtet wird, ist noch nicht gesichert. Die Kenntnisse dieses Schmerzverhaltens ist unerlässlich, um die Patienten gewissermassen über die letzte Hürde zu bringen.

(In einem folgenden zweiten Teil werden die praktisch durchzuführenden Übungen beschrieben.)

Edward Senn

## Literaturverzeichnis

1. Brunner U., Kläui E., Mahler F., Senn E.: Physiotherapeutische Massnahmen zur Förderung der arteriellen Durchblutung bei Frischoperierten nach peripheren arteriellen Rekonstruktion. Aktuelle Probleme in der Angiologie 30, 135—141 (1975).
2. Eckstein, R. W., Gregg, D. E., Pritchard, W. H.: The magnitude and time of development of the collateral circulation in occluded femoral, carotide and coronary arteries. Amer. J. Physiol. 132, 351—361 (1941).
3. Edwards, E. A., Cohen, N. R., Kaplan, M.: Effect of exercise on peripheral pulses. New England J. Med. 260, 738—741 (1959).
4. Folkow, B., Sonnenschein, R. R., Wright, D. L.: Loci of neurogenic and metabolic effects on precapillary vessels of skeletal muscle. Acta physiol. scand. 81, 459—471 (1971).
5. Hensel, H.: Ueber die Steuerung der menschlichen Muskeldurchblutung. Archiv Physik. Therapie 10:224 (1958).
6. Hess, W. R.: Die physiologischen Grundlagen für die Entstehung der reaktiven Hyperämie und des Kollateralkreislaufes. Beitr. für klin. Chir. 122, 1—19 (1921).
7. Holman, E.: Conditions controlling collateral circulation in the presence of an arteriovenous fistula, following the ligation of an artery. Surgery 26, 889—917 (1949).
8. John, H. T., Warren, R.: The stimulus to collateral circulation. Surgery 49, 14—25 (1961).
9. Longland, C. J.: Collateral circulation in the limb. Postgrad. M. J. 29, 456—458 (1953).
10. Manthey, J., Gohtgens, P., Hirche, H., Hombach, V., Steinhagen, C.: Collateral flow in canine skeletal muscle. Pflügers Archiv 352, 303—313 (1974).
11. Mulvihill, D. A., Harvey, S. C.: The mechanism of development of the collateral circulation. New England J. Med. 204, 1032—1034 (1931).
12. Winsor, T., Hyman, C., Payne, J. H.: Exercise and limb circulation in health and disease. Arch. Surg. 78, 184—192 (1959).
13. Wyper, D. J., McNiven, D. R.: Effects of some physiotherapeutic agents on skeletal muscle blood flow. Physiotherapy, 62, 83—85 (1976).

## Kantonsspital Basel

Universitätskliniken

**Basel  
Stadt**

Für unser Institut für Physiotherapie suchen wir eine

**PHYSIOTHERAPEUTIN** für ein vielseitiges Aufgabengebiet.

Bitte telefonieren Sie uns (Tel. 061 25 25 25, intern 2135) oder senden Sie Ihre Bewerbung

an das **Kantonsspital Basel**, Personalsekretariat, Spezialdienste, Hebelstr. 2, 4004 Basel

Personalamt Basel-Stadt