

# Intermitterende pneumatisk kompressionsbehandling ved underkølestremitskæmi uden kirurgiske behandlingstilbud

Ingrid L. Feuerhake<sup>1</sup>, Eskild W. Henneberg<sup>1,2</sup> & Annette Høgh<sup>1,2</sup>

## STATUSARTIKEL

1) Karkirurgisk Afdeling, Hospitalsenhed Midt, Viborg  
2) Viborg Sårcenter, Hospitalsenhed Midt, Viborg

Ugeskr Læger  
2016;178:V12150982

Patienter, som har kroniske iskæmiske sår eller hvilemerter i underkølestremiteterne (*critical limb ischaemia* (CLI)) og ingen mulighed for karkirurgisk rekonstruktion, udgør en højt selekteret patientgruppe med omfattende komorbiditet og mortalitet. Halvdelen af patienterne med CLI vil et år efter, at diagnosen er stillet, være i live uden at have gennemgået en større amputation, ca. en fjerdedel vil være døde, og en fjerdedel vil have haft behov for en større amputation [1], hvilke ofte medfører svære socioøkonomiske konsekvenser for både den enkelte patient og samfundet generelt.

CLI opstår, når blodforsyningen og dermed iltniveauet til kapillærgebetet er for lav til, at vævet kan overleve. Hos patienter med CLI er det distale arterielle kargebet maksimalt dilateret, hvilket er et fænomen kendt som vasomotorparalyse [2, 3]. Dilatation af arterierne medfører en reduktion af den perifere karmodstand og menes at være et kompensatorisk respons [4]. Slutstadiet af dette er hvilemerter, vævstab og sår dannelse.

En række behandlingsformer til denne højt selekterede og svært behandlelige gruppe har været afprøvet med henblik på at kunne sænke amputationsraten og/eller graden af hvilemerter hos patienter, hvor de karkirurgiske rekonstruktionsmuligheder var udtømte. Eksempler herpå er prostaglandininfusion [5], forskellige former for vækstfremmer med henblik på karny-

dannelse [6], venøs arterialisering [7] og intermitterende pneumatisk kompression (IPC) [8]. Fokus i denne artikel vil være på IPC-behandling.

## INTERMITTERENDE PNEUMATISK KOMPRESION

IPC-enheten består af en pumpe, der blæser luft i et antal kamre, der er placeret i en støvle, der omslutter fod, underben og eventuelt også lår. Kompressionerne gentages i en cyklus »nedefra og op« via de forskellige kamre i støvlen. Behandlingen skal foretages i 30-45 min 2-3 gange dagligt. Udstyret tilpasses individuelt og indstilles til et begyndelsestryk på 40-60 mmHg, men kan øges til 90 mmHg. Ved denne mekaniske kompression af underkølestremiteten presses overskydende væske proksimalt mod hjertet, idet det venøse tilbageløb øges, og den perifere modstand reduceres. Herved reduceres ødem, den kapillære udveksling øges, og den arterielle blodforsyning stiger.

IPC-støvlen er bærbar og let at håndtere, hvilket gør behandlingsmetoden optimal til hjemmebrug i kombination med opfølgning via et telemedicinsk forløb eller fra sårcentre.

Når man sidder, er det venøse tryk i foden ca. 60 mmHg. Anvendelsen af IPC reducerer dette tryk og øger dermed den arteriovenøse trykgradient. Dette medfører øget flow, som forbedrer den vaskulære funktion og understøtter den vaskulære remodellering. I et nyt studie målte man et firedoblet blodflow i arteria poplitea (0,18 l/min) under IPC-behandling sammenlignet med *baseline*-målinger (0,04 l/min) [9]. Desuden hæmmes den perifere sympatiske autoregulering, og frigivelse af kvælstofmonoxid øges [10-12]. I dyremodeller har man påvist, at IPC-anvendelse kunne initiere dannelsen af kollaterale arterier [13]; dette er dog endnu ikke bekræftet i kontrollerede kliniske studier.

IPC bruges hovedsageligt ved profylaktisk behandling af venøse (venøse bensår, kronisk venøs insufficiens og dyb venetrombose) og lymfatiske sygdomme [14]. Gennem de seneste år har IPC dog også været afprøvet til behandlingen af arterielle tilstande, specielt hos patienter med claudicatio intermittens [15-23], men også hos patienter med varierende grad af iskæmi, herunder CLI [24-30]. Dog umuliggør tilstedeværelsen

## FAKTABOKS

- ▶ Intermitterende pneumatisk kompression (IPC) består af mekanisk kompression af underkølestremiteterne, hvilket presser overskydende væske proksimalt mod hjertet, hvorved ødem og perifer modstand reduceres.
- ▶ IPC er en etableret behandlingsmodalitet ved venøse og lymfatiske tilstande.
- ▶ IPC kan med fordel anvendes til behandling af iskæmiske ben, hvor de karkirurgiske muligheder er udtømte, med henblik på smertelindring og reduktion af amputationsfrekvens.
- ▶ Nyere undersøgelser har vist en cost-benefit-effekt ved IPC-anvendelse frem for amputation på iskæmisk basis.
- ▶ IPC-støvlen er både bærbar og let at håndtere, hvilket gør behandlingsmetoden optimal til hjemmebrug i kombination med opfølgning via et telemedicinsk forløb eller sårcentre.

**TABEL 1**

Målgruppe for intermitterende pneumatisk kompressionsbehandling: Patienter, der har kritisk iskæmi og er i risiko for amputation.

Med iskæmiske sår
Med hvilesmerter
Teknisk inoperable (okkluderede arterie eller manglende venegraft)
Inoperable pga. komorbiditet

**TABEL 2**

Fordele og ulemper ved intermitterende pneumatisk kompressionsbehandling.

Fordele	Komplikationer	Kontraindikationer
Behandling i hjemmet	Påvirkning af n. peroneus	Dyb venøs trombose
Noninvasivt	Genitalt ødem	Hjerteinsufficiens
Billigt	Smerter under anvendelse	Svær arteriel insufficiens
Effekt på både sår, ødem og tilstande med blandingsætiologi	Kontaktseksem	Sårinfektion

af større sår og/eller substansstab på underekstremiteterne succes med denne behandlingsmodalitet. Prospektive studier med patienter med claudicatio intermittens har vist en signifikant positiv effekt af IPC-terapi på gangdistance, symptomer og systolisk blodtryk i ekstremiteterne. I disse studier bevirkede alene 3-6 måneders daglig IPC-anvendelse en øget absolut gangdistance fra 52% til 212% [18-20, 22]. I nyere undersøgelser har man påvist en cost-benefit-effekt ved IPC-anvendelse frem for amputation [30] (**Tabel 1**).

På Viborg Sårklinik har vi over to år (april 2013 til april 2015), behandlet 12 iskæmiske ben (11 patienter med CLI) med IPC, alle havde kroniske sår på underekstremiteterne og ingen mulighed for karkirurgisk revascularisering. Rekonstruktion var ikke mulig, da patienterne var teknisk inoperable pga. okkluderede kar, manglende afløb eller manglende venegraft. Behandlingslængden med IPC varierede i intervallet 1- 9 måneder (fire måneder i gennemsnit), og enheden blev anvendt i 1-3 timer dagligt. Fuld sårheling var blevet opnået i 9/12 ben, og delvis sårheling i 1/12 ben i slutningen af IPC-behandlingen. En blev forfodsamputeret pga. et persisterende sår. En gennemførte ikke den fulde behandling pga. smerter i forbindelse med IPC-anvendelsen. Otte ud af ni patienter med fuld sårheling opnåede smertefrihed i hvile.

Distal blodtrykmåling blev benyttet til at kvantificere graden af kritisk iskæmi. Grænsen for kronisk, kritisk iskæmi (ringe udsigt til sårheling) på ankelniveau



Intermitterende pneumatisk kompressions-støvle i brug.

er 50 mmHg og 30 mmHg på tåniveau (ankel-/armindeks < 40%). De distale blodtrykmålinger på vores patienter viste en stigning i ankeltrykket hos 6/12 og et øget tåtryk hos 5/12 efter IPC-behandling. Stigning i distalt blodtryk efter behandling med IPC er ligeledes tidligere beskrevet i litteraturen [25, 28, 30].

Optimalt burde IPC-behandlingen hos denne kroniske, højtselekerede population sammenlignes med resultaterne hos en matchet kontrolgruppe i et prospektivt, randomiseret forsøg. Dette ville dog være praktisk uigennemførbart i Danmark pga. den mulige populations ringe størrelse og manglende homogenitet.

## KONKLUSION

Forskningsresultater viser både en gunstig effekt og en cost-benefit-effekt ved IPC-behandling af patienter med CLI [30], hvorfor behandlingen bør tilbydes denne højt selekerede patientgruppe, hvor alle andre muligheder er udtømte. Udstyret er tilgængeligt på landets sårcentre, men bruges p.t. ikke på indikationen CLI. IPC-behandlingen er billig, nem og kan foregå i patientens eget hjem med opfølgning(en) hovedsageligt via telemedicin. Der er kun få absolutte kontraindikationer (dyb venøs trombose), og bivirkningerne er ufarlige samt sjældne (**Tabel 2**). Formålet med IPC-terapien er at nedsætte frekvensen af større amputationer foruden at mindske graden af iskæmiske hvilesmerter. Sårheling bør ikke nødvendigvis være et absolut mål, men er en gunstig sideeffekt. Det skal bemærkes, at denne patientgruppe må ses som en højt selekeret population med forventet kort restlevetid uden andre behandlingstilbud.

**SUMMARY**

Ingrid L. Feuerhake, Eskild W. Henneberg & Annette Høgh:

The use of intermittent pneumatic compression for critical limb ischaemia without vascular surgery reconstruction  
 Ugeskr Læger 2016;178:V12150982

Patients with critical limb ischaemia, without possibility for vascular surgery reconstruction, are a high selected population with a wide scale occurrence of co-morbidity and mortality. We outline the use of intermittent pneumatic compression (IPC) to these patients. Impact on both wound healing and cost-effectiveness concerning IPC use are recently shown. The overriding purpose of IPC use is to decrease the frequency of major and to lower the extent of ischaemic rest pain. IPC equipment is currently available around the country, but is not often used on the indication critical limb ischaemia.

**KORRESPONDANCE:** Ingrid Feuerhake. E-mail: ingridfeuerhake@web.de

**ANTAGET:** 9. februar 2016

**PUBLICERET PÅ UGESKRIFTET.DK:** 14. marts 2016

**INTERESSEKONFLIKTER:** Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

**LITTERATUR**

- Dormandy JA, Rutherford RB. TASC Working Group. Management of peripheral arterial disease (PAD). TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC). *J Vasc Surg* 2000;31:S1-S296.
- de Mey JG, van der Heijden H, Janssen G et al. Structural and functional remodeling of poststenotic arteries in the rat. *Adv Exp Med Biol* 1993;346:283-90.
- Ludbrook J. Collateral artery resistance in the human lower limb. *J Surg Res* 1966;6:423-34.
- Lowe G. Pathophysiology of critical leg ischemia. Springer-Verlag 1990:17-38.
- Bode-Böger SM, Böger RH, Alfke H et al. L-arginine induces nitric oxide-dependent vasodilation in patients with critical limb ischemia. *Circulation* 1996;93:85-90.
- Löndahl M, Tarnow L, Karlsmark T et al. Use of an autologous leucocyte and platelet-rich fibrin patch on hard-to-heal DFUs: a pilot study. *J Wound Care* 2015;24:172-4, 176-8.
- Houliand K, Christensen JK, Jepsen JM. Vein arterialization for lower limb revascularization. *J Cardiovasc Surg* 2016;57:266-72.
- Chen AH, Frangos SG, Kilaru S et al. Intermittent pneumatic compression devices – physiological mechanisms of action. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001;21:383-92.
- Alvarez OM, Wendelken ME, Markowitz L et al. Effect of high-pressure, intermittent pneumatic compression for the treatment of peripheral arterial disease and critical limb ischemia in patients without a surgical option. *Wounds* 2015;27:293-301.
- Chen LE, Liu K, Qi WN et al. Role of nitric oxide in vasodilation in upstream muscle during intermittent pneumatic compression. *J Appl Physiol* (1985) 2002;92:559-66.
- Tan X, Qi WN, Gu X et al. Intermittent pneumatic compression regulates expression of nitric oxide synthases in skeletal muscles. *J Biomech* 2006;39:2430-7.
- Delis KT, Knaggs AL. Duration and amplitude decay of acute arterial leg inflow enhancement with intermittent pneumatic leg compression: an insight into the implicated physiologic mechanisms. *J Vasc Surg* 2005;42:717-25.
- van Bemmelen PS, Choudry RG, Salvatore MD et al. Long-term intermittent compression increases arteriographic collaterals in a rabbit model of femoral artery occlusion. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007;34:340-6.
- Nicolaidis AN, Fareed J, Kakkar AK et al. Prevention and treatment of venous thromboembolism – international consensus statement. *Int Angiol* 2013;32:111-260.
- Delis KT, Nicolaidis AN, Labropoulos N et al. The acute effects of intermittent pneumatic foot versus calf versus simultaneous foot and calf compression on popliteal artery hemodynamics: a comparative study. *J Vasc Surg* 2000;32:284-92.
- Delis KT, Nicolaidis AN, Wolfe JH. Peripheral sympathetic autoregulation in arterial calf inflow enhancement with intermittent pneumatic compression. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001;22:317-25.
- Delis KT, Husmann MJ, Nicolaidis AN et al. Enhancing foot skin blood flux in peripheral vascular disease using intermittent pneumatic compression: controlled study on claudicants and grafted arteriopathies. *World J Surg* 2002;26:861-6.
- Delis KT, Nicolaidis AN. Effect of intermittent pneumatic compression of foot and calf on walking distance, hemodynamics, and quality of life in patients with arterial claudication: a prospective randomized controlled study with 1-year follow-up. *Ann Surg* 2005;241:431-41.
- Kakkos SK, Geroulakos G, Nicolaidis AN et al. Improvement of the walking ability in intermittent claudication with supervised exercise and pneumatic foot and calf compression: a randomised controlled trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005;30:164-75.
- Ramaswami G, D'Ayala M, Hollier LH et al. Rapid foot and calf compression increases walking distance in patients with intermittent claudication: results of a randomized study. *J Vasc Surg* 2005;41:794-801.
- Husmann M, Willenberg T, Keo HH et al. Integrity of venoarteriolar reflex determines level of microvascular skin flow enhancement with intermittent pneumatic compression. *J Vasc Surg* 2008;48:1509-13.
- de Haro J, Acin F, Florez A et al. A prospective randomized controlled study with intermittent mechanical compression of the calf in patients with claudication. *J Vasc Surg* 2010;51:857-62.
- Manfredini F, Malagoni AM, Felisatti M et al. Acute oxygenation changes on ischemic foot of a novel intermittent pneumatic compression device and of an existing sequential device in severe peripheral arterial disease. *BMC Cardiovasc Disord* 2014;14:40.
- van Bemmelen PS, Gitlitz DB, Faruqi RM et al. Limb salvage using high-pressure intermittent compression arterial assist device in cases unsuitable for surgical revascularization. *Arch Surg* 2001;136:1280-5, 1286.
- Louridas G, Saadia R, Spelay J et al. The ArtAssist Device in chronic lower limb ischemia. *Int Angiol* 2002;21:28-35.
- Montori VM, Kavros SJ, Walsh EE et al. Intermittent compression pump for nonhealing wounds in patients with limb ischemia. The Mayo Clinic Experience (1998-2000). *Int Angiol* 2002;21:360-6.
- Labropoulos N, Leon LR Jr, Bhatti A et al. Hemodynamic effects of intermittent pneumatic compression in patients with critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 2005;42:710-6.
- Louridas G, Esan O, Fahy A. Nonoperative active management of critical limb ischemia: initial experience using a sequential compression biomechanical device for limb salvage. *Vascular* 2008;16:130-9.
- Kavros SJ, Delis KT, Turner NS et al. Improving limb salvage in critical ischemia with intermittent pneumatic compression: a controlled study with 18-month follow-up. *J Vasc Surg* 2008;47:543-9.
- Sultan S, Hamada N, Soylyu E et al. Sequential compression biomechanical device in patients with critical limb ischemia and nonreconstructable peripheral vascular disease. *J Vasc Surg* 2011;54:440-6, 446-7.