

# Tåblodtrycks- mätning nu mer tillförlitlig efter metodutveckling

## Manschettbredden avgörande



**HANS-IVAR PÅHLSSON**, med dr, specialistläkare allmän kirurgi, institutionen för molekylläromedicin

och kirurgi, Karolinska institutet, Stockholm  
hans-ivar.pahlsson@ki.se

Ett av världens snabbast växande folkhälsoproblem är diabetes, som i västvärlden har en prevalens på ca 6–7 procent. För ett år sedan kunde man i en uppmärksam studie läsa att i Ontario, Kanada, har den köns- och ålderskorrigerade diabetesprevalensen ökat med 69 procent mellan 1995 och 2005. Den är nu uppe i nästan 20 procent hos män >50 år [1]. För Sveriges del gäller att nästan var 5:e invånare över 80 år är diabetiker [2]. De sena diabeteskomplikationerna står för 8 procent av de direkta sjukvårdskostnaderna i Sverige, och med ökande diabetesprevalens kommer denna andel sannolikt att öka ytterligare under de kommande åren [3].

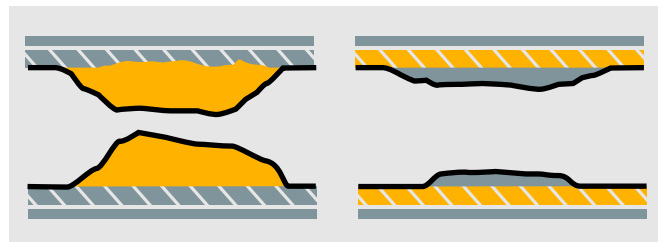


**Figur 1.** För diabetesfoten typiska förändringar kan ses hos denna 72-åriga kvinna. Neuropatin har gjort fötterna varma, rodnade och ödematösa. Ischemi har orsakat gangrän distalt på höger stortå.

En av diabetessjukdomens mest fruktade komplikationer är fotsår, som orsakas av neuropati och benartärsjukdom, oftast i kombination. Enligt Swedvasc (Nationella kvalitetsregistret för kärlkirurgi) årsrapport 2006 utförs 60 procent av alla kärlingrepp i Sverige på indikationen benischemi. Av dessa är ca 40–50 procent utförda på diabetiker, men exakta data saknas eftersom diabetes inte registreras separat i Swedvasc. Klart är dock att prevalensen av amputation ovan fotled hos diabetiker i Sverige är 1–2 procent [2].

Den ökande diabetesprevalensen gör att läkare inom primärvård, vid diabetesmottagningar och kirurgiska och medicinska akutmottagningar allt oftare kommer att behöva bedöma fotsår hos diabetiker och ta ställning till hur dessa ska utredas och behandlas.

**Diabetesfotsår kräver särskilda undersökningsmetoder**  
Vid diabetesfotsår är det viktigt att värdera sårets läkningspotential, som ofta styrs av graden av ischemi [4]. Det som försvårar bedömningen är neuropatin, som i stort sett alltid förelig-



**Figur 2.** Den vänstra figuren visar schematiskt en artär med aterosklerotiskt plack som utgår från det innersta lagret i kärnväggen, endotelet. Denna typ av förändringar ses hos såväl diabetiker som icke-diabetiker. Den högra figuren visar ett kärl med sklerosering av det mellersta artärväggs-lagret. Sådana förändringar ses i första hand hos patienter med diabetes och uremi.

ger hos denna patientgrupp [5]. Den gör konventionella iskemiparametrar som smärta och temperatur opålitliga (Figur 1).

Därtill kommer att ankeltrycksmätning, som hos icke-diabetiker är till stor hjälp, ofta är otillförlitlig hos diabetiker.

De aterosklerotiska placken som utgår från kärnväggens innersta vägg-lager och som bromsar eller helt hindrar blodflödet genom artären är likartade hos diabetiker och icke-diabetiker, även om distributionen i kärlträdet skiljer sig något. Mera specifikt för diabetiker och patienter med grav uremi är den förkalkning som sker av ankelartärernas medialager och som gör kärnväggen stel, s k Mönckebergs skleros (Figur 2) [6]. Eftersom indirekt blodtrycksmätning med manschett förutsätter att vävnaden mellan manschett och det i kärlet strömmande blodet inte utgör något motstånd mot manschettens kompression, blir följden att det avlästa blodtrycket blir falskt förhöjt.

Det har uppskattats att nästan 20 procent av insulinbehandlade diabetiker har falskt förhöjda ankelblodtryck [7]. I TASC II (Trans-atlantic inter-society consensus document on management of peripheral arterial disease) från 2007 rekommenderas därför att man vid fotsår hos diabetiker kompletterar den kliniska bedömningen med en kärlutredning inkluderande tåblodtrycksmätning (TBP) och/eller transkutan syrgasmätning ( $tcpO_2$ ) [8].

### Tåblodtrycksmätning mest använd

Av dessa två metoder är tåblodtrycksmätning den metod som enligt SBU kommit till överlägset störst användning i Sverige; den utförs på 22 av 24 fysiologiska kliniker att jämföra med 1 av 24 för transkutan syrgasmätning [9]. Skälet är sannolikt att tåblodtrycket är relativt enkelt att mäta, har större reproducerbarhet och att sambandet mellan tåblodtryck och sår-läkning är starkt [10, 11].

En invändning mot användning av TBP har varit att metoden varit otillräckligt standardiserad och att tillförlitliga instru-

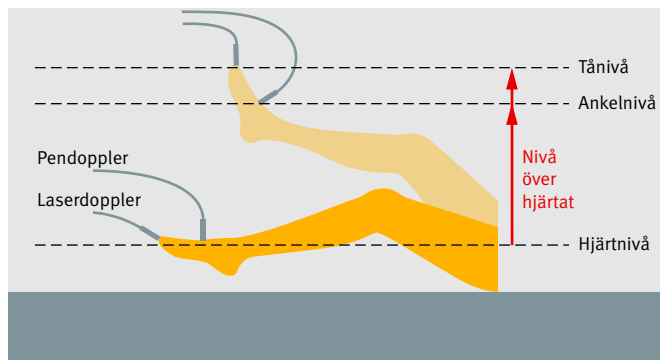
### SAMMANFATTAT

**Vid bedömning** av den arteriella blodförsörjningen i fötterna hos diabetiker rekommenderas att man mäter tåblodtrycket.

**Bäst** överensstämmelse med det intravaskulära blodtrycket uppnås om breda tåman-

schetter används, eftersom blodtrycket annars övervärderas.

**Automatisk** tåblodtrycksmätning förefaller ha nått ett genombrott, något som kan underlätta användning utanför universitets-/länsjukhus.



**Figur 3.** Ankel- och tåblodtryck kan mätas hydrostatiskt genom att benet lyfts, medan blodflödet samtidigt detekteras. Den nivå ovanför hjärtat där flödet upphör utgör det hydrostatiska blodtrycket uttryckt i cm blod. Detta mått kan sedan göras lätthanterligt genom att 1 cm blod motsvarar 0,8 mm Hg.

ment för automatisk mätning saknats. Genom en serie studier har metoderna för TBP-mätning kunnat förfinas.

### Laserdoppler kan ersätta fotopletysmografi

När TBP-mätning började komma i klinisk användning registrerades återkomst av blodflöde indirekt via en med kvicksilver fylld gummislang runt tån, som gav utslag då tåns volym ökade, s k strain-gauge. Så småningom gick man över till fotopletysmografi, som registrerar förändringar i tåns blodinnehåll via reflekterande ljus.

För att kunna mäta tåblodtrycket hos de sjukaste patienterna som har mycket låga tryck skulle det vara en fördel att inte behöva invänta återkomst av ett pulserande flöde eller ökat blodinnehåll i tån utan i stället kunna registrera trycket redan när blodkropparna i arterioli kommit i rörelse. Detta skulle vara möjligt om laserdoppler användes som flödesdetektor. En förutsättning för att byta till en ny och känsligare flödesmätare var förstås att eventuella skillnader i mätvärden jämfördes med tidigare metoder.

För att utreda frågan mättes tåblodtrycket hos 36 patienter med både fotopletysmografi och laserdoppler som blodflödesdetektor. Korrelationen mellan de båda var hög (korrelationskoefficient = 0,99); dock noterades signifikant högre TBP-värden vid användning av laserdoppler ( $P < 0,005$ ). Resultatet har senare bekräftats av andra undersökare [12]. I en andra del av studien påvisades hög överensstämmelse mellan TBP mätt med laserdoppler och en klinisk klassificering av ischemigraden enligt Fontaine hos 30 patienter utan diabetes och 10 friska kontroller. Därtill undersöktes 10 diabetiker med benischemi, och hos 2 av dem förelåg stela kärl på ankelnivå, däremot inte på tånivå.

Resultaten tolkades som att laserdoppler nu kan ersätta fotopletysmografi vid tåblodtrycksmätning och att metoden är användbar vid gradering av benischemi [13].

### Artärväggen i tån ger litet motstånd mot kompression

För att stärka hypotesen att tåartärernas väggar är mindre stela och därför utgör ett mindre motstånd mot manschettkompression än ankelartärerna gjordes följande undersökning.

Eftersom hydrostatisk blodtrycksmätning i tidigare studier visat hög överensstämmelse med det intraarteriella trycket, valdes denna metod som etablerad undersökningsmetod [14]. Undersökningen gick till så att benet lyftes, medan man samtidigt detekterade blodflödet, och den höjd ovanför hjärtat där flödet upphörde definierades som artärblodtrycket mätt i cm blod (Figur 3). Totalt 25 ben hos 23 patienter med

## »Slutsatsen var att automatisk TBP-mätning är möjlig och kan komma att användas i kliniskt bruk inom en snar framtid ...«

diabetes undersöktes. Det gick att mäta blodtrycket hydrostatiskt upp till 45 mm Hg på ankelnivå och 55 mm Hg på tånivå. Över dessa nivåer detekterades ett kvarvarande flöde trots maximalt lyft ben. Detta gjorde att artärtrycket kunde fastställas hydrostatiskt på 11 ben på ankelnivå och 19 på tånivå.

Vid jämförelse med konventionell tryckmätning med manschett visade det sig att blodtrycket kraftigt övervärderades på ankelnivå ( $P < 0,01$ ), medan det på tånivå inte kunde påvisas någon skillnad. Tåartärens vägg hos diabetiker tar således endast upp en ringa del av manschettens kompressionskraft, i motsats till ankelartären.

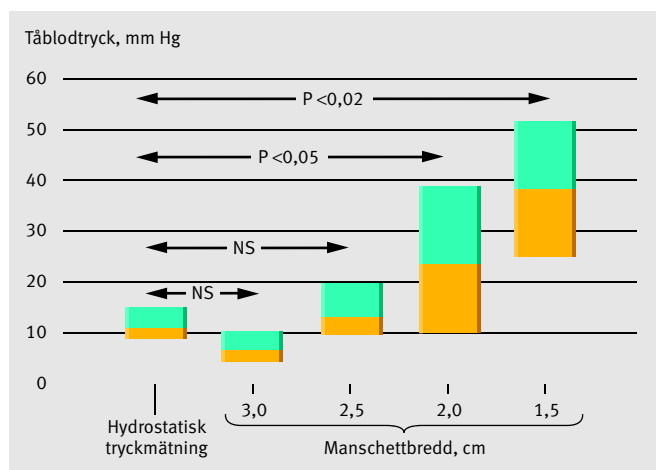
Fynden talar för att tåtrycksmätning bör användas i stället för ankeltrycksmätning för att bedöma blodtrycket i fötterna hos patienter med diabetes [15].

### Breda manschetter bättre än smala

För att utreda om manschettens bredd påverkar uppmätt tåblodtryck på motsvarande sätt som bredden på armmanschettten gör vid mätande av brakialblodtryck gjordes följande undersökning.

Tåblodtrycket mättes med två olika manschettbredder hos 11 diabetiker och 6 åldersmatchade icke-diabetiker. Det visade sig att det avlästa TBP-värdet i hela undersökningsgruppen var högre ( $P < 0,01$ ) om en 2,0 cm manschett användes jämfört med om en 2,5 cm manschett användes [16].

Följdfrågan blev då vilken manschettbredd som bäst överensstämmer med det intravaskulära trycket. För att besvara denna fråga undersöktes 20 patienter. Hos 7 patienter mättes tåblodtryck med fyra manschettbredder – 1,5, 2,0, 2,5 och 3,0 cm (Figur 4) – och hos ytterligare 13 patienter med 2,0 och 2,5 cm manschettbredd. Resultaten jämfördes sedan med det hydrostatiskt uppmätta trycket. Det visade sig att 1,5 och 2,0 cm manschetter kraftigt övervärderade trycket ( $P < 0,001$ ),



**Figur 4.** Hos 7 patienter med benischemi uppmättes tåblodtryck dels hydrostatiskt, dels med fyra tåmanschetter med olika bredd. Ju smalare manschett, desto mer övervärderades trycket jämfört med hydrostatisk tryckmätning. Bäst överensstämmelse sågs då manschetter med en bredd på 2,5 och 3,0 cm användes (Wilcoxon's teckenrangtest). Slutet på boxarna i diagrammet motsvarar 25:e respektive 75:e percentilen, och linjen definierar medianen.



**Figur 5.** Fot med uppblåsbar manschett runt basen på stortån. På tåpulan finns en laserdopplerprob fäst med dubbelhäftande tejp. I bakgrunden står en automatisk tåtrycksmätare som blåser in luft i manschetten och samtidigt registrerar laserdopplersignalen. Utifrån en automatisk algoritm görs sedan en beräkning av tåtrycket. Grafisk presentation sker i detta fall på en vanlig bärbar dator, som här placerats ovanpå tåtrycksmätaren.

medan det inte var någon skillnad mellan hydrostatiskt tryck och 2,5 och 3,0 cm breda manschetter.

Manschettens bredd påverkar således det uppmätta TBP-värdet mycket kraftigt. Slutsatsen blev att 2,5 cm manschettbredd bör användas för kliniskt bruk vid tryckmätning på stortån [17].

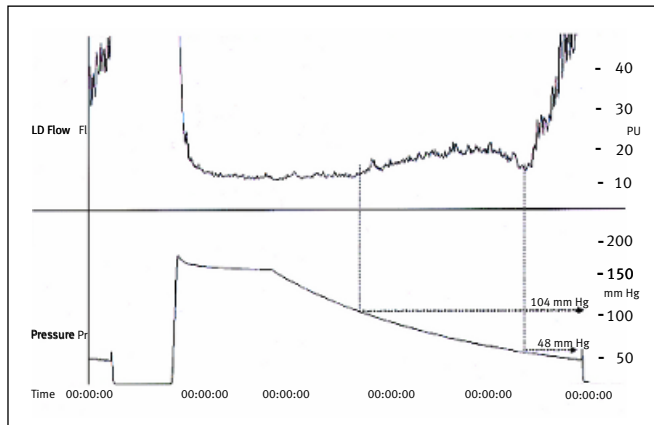
### Automatisk tåtrycksmätning en möjlighet

Vid manuell avläsning av laserdopplerkurvorna finns förstås en variabilitet, dels vid upprepade avläsningar utförda av samma undersökare, dels mellan olika undersökare. Därutöver finns en variabilitet mellan undersökningarna, även om dessa upprepas med bara någon minuts intervall. För att värdera betydelsen av dessa variationer gjordes tre mätningar på 23 ben, varefter tre oberoende observatörer avläste graferna vid två tillfällen. Variabiliteten mellan de olika observatörerna och mellan olika undersökningstillfällen hos samma patient visade sig vara mindre än 10 procent av det uppmätta TBP-värdet.

Man kan förstås undvika den undersökarberoende variabiliteten om en dator kan programmeras att avläsa tryckkurvan. Detta skulle också underlätta TBP-mätning utanför kliniskt fysiologiska laboratorier men kräver att datorn kommer till ungefär samma resultat som vid manuell avläsning. En prototyp för automatisk TBP-mätning och graftertolkning (Figur 5) har visat god överensstämmelse med manuell avläsning vid

TBP <45 mm Hg	Pulssynkrona vågtoppar uppträder med successivt stigande laserdopplerfluxvärden	En icke-pulssynkron ökning av laserdopplerfluxvärdet med >20 % från värdet vid maximalt manschetttryck (biologiskt nollvärde)
	ELLER	
TBP >45 mm Hg	Pulssynkrona vågtoppar uppträder med successivt stigande laserdopplerfluxvärden	

**Figur 7.** Förslag till kriterier för när man på tåblodtrycks(TBP)-grafer med laserdoppler som flödesdetektor kan fastslå att blodflödet återkommit då manschetttrycket minskas. Denna nya algoritm tar hänsyn till att det vid högre blodtrycksnivåer förekommer kurvor med laserdopplerfluxstegring som inte är blodflödesorsakad.



**Figur 6.** Bildskärmpresentationen av en mätning av tåblodtrycket med automatisk tåtrycksmätare. Den övre kurvan visar laserdopplerfluxvärdet i tåpulan och den nedre trycket i tåmanschetten. När trycket i manschetten minskas ses i detta fall en icke-blodflödesorsakad laserdopplerfluxstegring innan den blodflödesberoende laserdopplerfluxökningen kommer igång. Om tåtrycket avläses i början av den icke-blodflödesrelaterade kurvan får man ett tryck på 104 mm Hg när det riktiga värdet i stället är 48 mm Hg. Förekomst av denna typ av kurvor ger mycket hög variabilitet vid såväl automatisk som manuell graftertolkning, men den kan hanteras med hjälp av en modifierad algoritm.

TBP <45 mm Hg (SD 4,0). För högre värden var variabiliteten större.

En noggrann analys gjordes av de kurvor som uppvisade störst variabilitet. Man fann att på dessa grafer förelåg en icke-blodflödesgenererad ökning av laserdopplermätvärdet innan den verkligt blodflödesorsakade ökningen kunde registreras (Figur 6). Denna observation gjorde det möjligt att omarbete algoritmen för graftertolkning (Figur 7). Efter justering av dataalgoritmen skedde en halvering av SD mellan visuell och automatisk graftertolkning i hela materialet från 16,9 till 8,9 mm Hg.

Slutsatsen var att automatisk TBP-mätning är möjlig och kan komma att användas i kliniskt bruk inom en snar framtid [18].

### Sammanfattning

Den stigande diabetesprevalensen i Sverige och internationellt ställer ökande krav på sjukvården att kunna hantera de sena diabeteskomplikationerna. En betydande patientgrupp är de som drabbats av fotsår, där det gäller att rätt kunna värdera graden av ischemi. Tåblodtrycksmätning är här ett bättre hjälpmedel än ankeltrycksmätning. En förutsättning för att få pålitliga mätvärden är dock att metoden är standardiserad och inte minst att manschettbredden är minst 2,5 cm.

Inom en snar framtid kommer automatisk tåtrycksmätning att kunna underlätta ischemibedömningar även utan tillgång till högspecialiserade kärllaboratorier.

■ *Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.*

**Kommentera** denna artikel på [lakartidningen.se](http://lakartidningen.se)

### REFERENSER

- Lipscombe LL, Hux JE. Trends in diabetes prevalence, incidence, and mortality in Ontario, Canada 1995–2005: a population-based study. *Lancet*. 2007;369(9563):750–6.
- Nationella diabetesregistret. Årsrapport 2006.
- MARS (Medical Access and Result

- System). Nationella riktlinjer för vård och behandling vid diabetes mellitus. Stockholm: Socialstyrelsen; 1999.
- Reiber GE. Risk factors for amputation in patients with diabetes mellitus: a case control study. *Ann Intern Med.* 1992;117:97-105.
  - Larsson J, Apelqvist J. Towards less amputations in diabetic patients. Incidence, causes, cost, treatment, and prevention – a review. *Acta Orthop Scand.* 1995;66(2):181-92.
  - Mackey RH, Venkitachalam L, Sutton-Tyrrell K. Calcifications, arterial stiffness and atherosclerosis. In: Safar ME, Frohlich ED, editors. *Atherosclerosis, large arteries and cardiovascular risk.* *Adv Cardiol.* 2007;44:234-44.
  - Goss DE, de Trafford J, Roberts VC, Flynn MD, Edmonds ME, Watkins PJ. Raised ankle/brachial pressure index in insulin-treated diabetic patients. *Diabet Med.* 1989;6(7):576-8.
  - Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG; on behalf of the TASC II Working Group. Inter-society consensus document on management of peripheral arterial disease (TASC II). *J Vasc Surg.* 2007;45(1 Suppl):S5-S67.
  - Benartärsjukdom – diagnostik och behandling. Stockholm: SBU; 2007. p. 99-111.
  - de Graaff JC, Ubbink DT, Legemate DA, de Haan RJ, Jacobs MJ. Interobserver and intraobserver reproducibility of peripheral blood and oxygen pressure measurements in the assessment of lower extremity arterial disease. *J Vasc Surg.* 2001;33(5):1033-40.
  - Apelqvist J, Castenfors J, Larsson J, Stenström A, Agardh CD. Prognostic value of systolic ankle and toe blood pressure levels in outcome of diabetic foot ulcer. *Diabetes Care.* 1989;12(6):373-8.
  - de Graaff JC, Ubbink DT, Legemate DA, de Haan RJ, Jacobs MJ. The usefulness of a laser Doppler in the measurement of toe blood pressures. *J Vasc Surg.* 2000;32(6):1172-9.
  - Påhlsson HI, Wahlberg E, Wei SZ, Jörneskog G, Swedenborg J, Olofsson P, et al. Toe blood pressure measurements with laser Doppler fluxmetry. *J Vasc Invest.* 1996;2:82-6.
  - Smith FC, Shearman CP, Simms MH, Gwynn BR. Falsely elevated ankle pressures in severe leg ischaemia: the pole test – an alternative approach. *Eur J Vasc Surg.* 1994;8(4):408-12.
  - Påhlsson HI, Wahlberg E, Olofsson P, Swedenborg J. The toe pole test for evaluation of arterial insufficiency in diabetic patients. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1999;18(2):133-7.
  - Påhlsson HI, Jörneskog G, Wahlberg E. The cuff width influences the toe blood pressure value. *Vasa.* 2004;33(4):215-8.
  - Påhlsson HI, Jogestrand T, Laskar C, Stark K, Andersson A, Wahlberg E. The optimal cuff width for measuring toe blood pressure. *Angiology.* 2007;58(4):472-6.
  - Påhlsson HI, Lund K, Jörneskog G, Gush R, Wahlberg E. The validity and reliability of automated and manually measured toe blood pressure in ischemic legs of diabetic patients. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008;36(5):576-81.

Skaffa dig ett eget exemplar av Läkartidningen.  
Fyll i denna talong eller gå in på [lakartidningen.se](http://lakartidningen.se)

Läkartidningen

SVERIGE  
PORTO  
BETALT  
PORT PAYÉ

## Prenumerera!

**Ja, jag vill prenumerera på Läkartidningen under 12 månader**

- |   |        |  |          |
|---|--------|--|----------|
| <input type="checkbox"/> LÄKARE, ej medlem i SLF        | 975 kr | <input type="checkbox"/> MEDICINE STUD, medlem i MSF | 250 kr   |
| <input type="checkbox"/> MEDICINE STUD, ej medlem i MSF | 600 kr | <input type="checkbox"/> ÖVRIGA                      | 1 450 kr |

Porto till utlandet tillkommer med max 700 kr/år.

Ja, tack! Jag vill även ha Läkartidningens nyhetsbrev till min e-postadress helt kostnadsfritt

Namn \_\_\_\_\_

Adress \_\_\_\_\_

Postadress \_\_\_\_\_

E-postadress \_\_\_\_\_

Pren/Personnummer \_\_\_\_\_

**LÄKARTIDNINGEN**

**SVARSPOST**

**110 555 202**

**110 26 STOCKHOLM**

All kundinformation, såsom namn- och adressuppgifter mm, behandlas med hjälp av modern informationsteknik och lagras i Läkartidningen Förlag ABs interna prenumerations- och kundregister. Prenumerationsregistret är integrerat i Sveriges läkarförbunds medlemsregister.

Klipp ut och posta! ✂

Utmanande saklig **Läkartidningen**