

Inte så lätt att använda stetoskopet på rätt sätt

Auskultationens svåra konst bör ha stort utrymme i läkarutbildningen

Stetoskopet är varje läkares signum, ett diagnostiskt instrument som, rätt utnyttjat, väl mäter sig med nyare teknik. Stetoskopin bör få en fortsatt betydande eller till och med utökad plats i läkarutbildningen; det är inte så lätt som man kanske tror att tolka ett auskultationsfynd på rätt sätt. Modernare – och dyrare – metoder bör förbehållas fall där de verkligen behövs.

Nöden är uppfinningarnas moder! Det sägs att Laënnec uppfann stetoskopet när han ville hålla en viss distans till en motbjudande patient. Om det var så – eller om önskemålet till distans kom från patienten – skall vi låta vara osagt, men ovedersägligen är denne Laënnec upphovsmannen till ett diagnostiskt instrument vars motstycke saknas i medicinens historia. Lika ovedersägligt är att hans enkla instrument, förbättrat på en del punkter, har en viktig roll i så gott som alla läkares dagliga yrkesutövande.

René Laënnec var upphovsmannen bakom stetoskopet, ett av de allra mest använda medicinska hjälpmedlen.

Trots att stetoskopi troligen är den vanligast förekommande diagnosmetoden inom primärvården är antalet vetenskapliga metodstudier litet. Bishop [1] beskriver stetoskopets tekniska utveckling från Laënnecs originalpublikation 1816 fram till 1970-talet, medan Reiser [2] har ett mer allmänmedicinskt perspektiv. Ertel och medarbetare [3] redovisar experimentella undersökningar av den akustiska transmissionen hos olika stetoskopvarianter, men det är Latimer och van Vollenhoven [4] som först lyckas förmedla en klar fysikalisk förståelse för hur detta skenbart enkla instrument verkligen fungerar. En bra översikt har publicerats av Selig [5].

Vi vill med denna artikel belysa stetoskopins starka och svaga sidor, med förhoppning om att det skall leda till en mer medveten och kritisk användning

av instrumentet och främja en konstruktiv metodutveckling. Vi har valt att resonera i kvalitativa termer i stället för att använda matematisk formalism. Den läsare som föredrar det senare hänvisas till litteraturreferenserna.

Hur ljud uppkommer i kroppen

De viktigaste uppkomstmekanismerna för olika kroppsljud är:

- *Acceleration–deceleration* av organ, kroppsdelar eller vätska som genererar ljud. Exempel på detta är rösten och hjärttonerna. Ljudkaraktären har i vissa fall ett starkt harmoniskt inslag genom resonansfenomen. I andra fall, t ex då strukturer slår samman eller öppnar sig, fås »klickar och snäppar» som är bredbandiga, dvs har ett stort frekvensinnehåll, men är kortvariga. Ett specialfall är kavitation, dvs kollaps av gasbubblor i en vätska, t ex i luftvägar eller mag–tarmkanal (magkurr).
- *Friktionsfenomen*, där olika biologiska strukturer rör sig mot varandra. Exempel på sådant ljud är ledknarr och perikardiella gnidningsljud. Ljuden kan uppträda när vilofriktionen är låg, och ett transient ljud uppstår vid rörelsens början. Det kan också uppstå ljud genom att glidningen mellan vävnader sker i steg.
- *Icke laminärt (turbulent) flöde* av vätska eller gas genererar ljud [6]. Exempel på detta är andningsljud och hjärtats blåsljud. Ljud av denna genes, liksom friktionsljud, avtar med kuben på avståndet och är därför lättare att lokalisera än accelerations–decelerationljud, som avtar med kvadraten på avståndet.

Ljudtransmission

Kroppen. Från ljudkällan skall signalen först fortplantas till den punkt på kroppsytan där man placerar stetoskopklockan. Eftersom kroppsljuden i allmänhet har relativt låg frekvens (Tabell I), dvs lång våglängd, kan man räkna med att våglängden (beräknas som kvoten mellan utbredningshastigheten och

Författare

BENGT WRANNE

professor i klinisk fysiologi, Universitetssjukhuset, Linköping

PER ASK

professor i medicinsk teknik, institutionen för medicinsk teknik, Linköpings universitet

BERTIL HÖK

fil dr, adjungerad professor i tillämpad elektronik, Uppsala universitet.

frekvensen) är betydligt längre än transmissionssträckan. Den långa våglängden är kopplad till kroppens höga vattenhalt (ljudhastigheten i vatten är 1 550 m/sekund, jämfört med 340 m/sekund i luft).

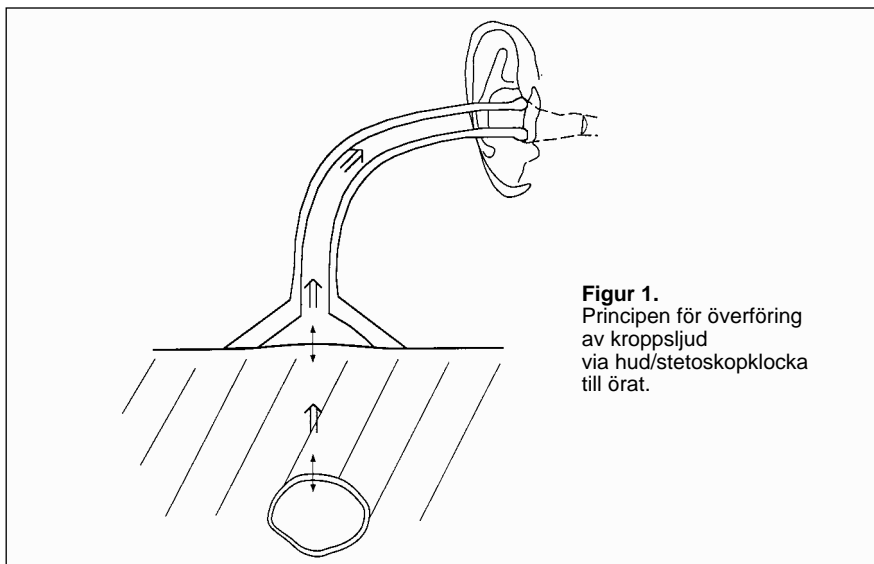
Man måste också räkna med att ljudvågorna reflekteras inne i kroppen och att ljuden som uppkommer från turbulens transmitteras genom s k yttransmission med en hastighet av endast 5 m/sekund [7].

Ljudet påverkas också av absorption i olika gränssytor. Lungornas finstruktur av alveoler är en effektiv ljudabsorbator. Högre frekvenser attenueras mer än de låga, något som alla som haft nöjet att få hotellrum nära diskoteket märker i form av det »dunk-dunk» som ofta är det ljud som går fram. Vid auskultation är slutresultatet svårare att förutse, eftersom örat samtidigt har lättare att uppfatta de mer högfrekventa auskultationsljuden.

Stetoskopet. Stetoskopklockan be-

Tabell I. Typiska frekvenser för kroppsljud.

Ljud	Frekvens, Hz
Normala första och andra toner	25–150
Normala tredje och fjärde toner	25–100
Klickar och snäppar	Upp till 2 000
Blåsljud	Varierande 50–800
Korotkoff-ljud	20–300
Andningsljud	100–900
Tarmljud	150–900



Figur 1. Principen för överföring av kroppsljud via hud/stetoskopklocka till örat.

står väsentligen av en trätt, med eller utan membran, som läggs an mot huden. Hudens vibrationer ger upphov till luftvolymvariationer i trätten (Figur 1). Ju större anläggningsytan är i förhållande till den inre luftvolymen, desto effektivare blir signalöverföringen. Den övre gränsen för stetoskopklockans diameter sätts i praktiken av kroppsyntans krökning, som gör anläggningen svårare ju större trätten är. Luftläckage förvränger och försvagar signalen kraftigt.

Det moderna stetoskopet har i allmänhet en öppen klocka och en med membran. Den öppna klockan skall användas för att lyssna på låga frekvenser, typiskt under 70 Hz, medan membrandelen används för att lyssna av mera högfrekventa ljud. Vid hjärtauskultation bör således den öppna delen av stetoskopet användas för auskultation av tredje och fjärde toner samt lågfrekventa blåsljud, t ex vid mitralisstenos. Det är också viktigt att inte trycka för hårt mot huden, eftersom huden då kommer att verka som ett spänt membran och filtrera bort de lågfrekventa signalerna.

För att lyssna på mer högfrekventa ljud som första och andra tonerna samt blåsljud som uppkommer vid aortastenosen och insufficiens samt vid mitralisinsufficiens bör den membranförsedda delen användas. Likaså är den membranförsedda delen att föredra vid lungauskultation liksom vid auskultation av tarm ljud och vid blodtryckstagnation.

Från stetoskopklockan leds signalen via en eller två slangar till stetoskopistens öron. Typisk längd på slangarna är 50 cm, vilket motsvarar en kvarts våglängd i luft för en ljudvåg med frekvensen 170 Hz. En kvarts våglängd motsvarar den lägsta resonansfrekvensen för en orgelpipa; resonansen uppkommer i ett rör med ena änden slutna och den andra öppen (Figur 2). Detta är också fallet i ett stetoskop, där stetoskopistens

öra motsvarar den slutna änden och trätten den öppna. En stående våg uppstår med en buk i den öppna änden och en nod i den slutna. En följd av detta fenomen är att stetoskopets överföringskaraktäristik är full av resonansstoppar och -dalar.

Ett stetoskop med en slang som delar sig vid öronbygeln har ett mer komplext resonansmönster till följd av att ett antal stående vågor uppträder vid flera frekvenser. Resonansstopparnas höjd beror på en rad svårkontrollerade faktorer, t ex hur effektiv tätningen mot undersökarens öra är. Ett minimalt läckage kan orsaka en stor förändring i stetoskopets överföringskaraktäristik.

Örat. Slutligen måste poängteras att undersökarens hörselorgan också ingår i signalkedjan. Den mänskliga hörseln är kraftigt olinjär och frekvensberoende i de signalområden som stetoskopin omfattar. Bland annat är örats överföringskaraktäristik kraftigt beroende av tryckskillnader över trumhinnan, och därmed av vilket tryck som vi får i stetoskopet när det används. En sådan tryckskillnad uppstår lätt, särskilt i be-

aktande av det krav på tätning som påpekats ovan.

Vidare varierar hörselkaraktäristiken från person till person, t ex på grund av ålder. En lyckosam omständighet är dock att förvärvade hörselskador och åldersnedsättning av hörseln främst påverkar de högre frekvenserna, vilka för stetoskopin har mindre betydelse.

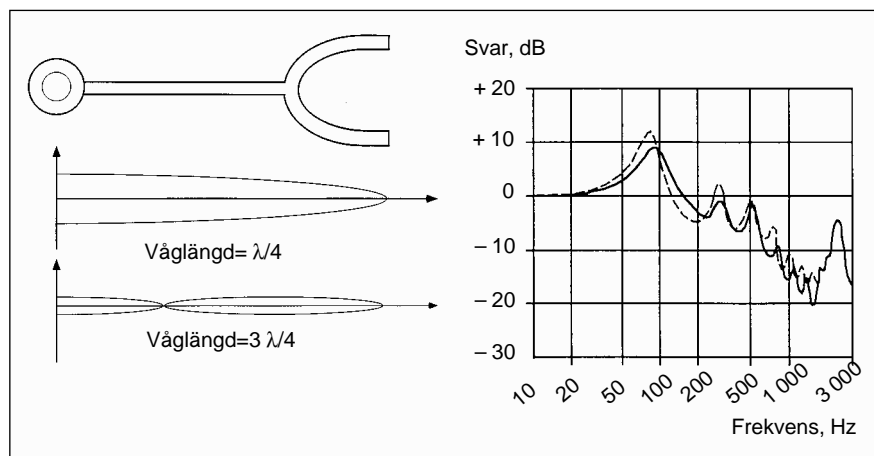
Metodutveckling

Vad har då hänt sedan Laënnec? Förutom metodutveckling i form av mer ändamålsenlig mekanisk konstruktion och nya och bättre material har även försök gjorts att komma till rätta med mer fundamentala problem. Lepeschkin [8] konstruerade ett kvantitativt stetoskop med vilket ljudnivån kunde regleras till undersökarens hörseltröskel. En justerbar strypventil kunde vridas till dess att ljudet nätt och jämnt kunde höras. Ventilåget blev därmed ett mått på ljudstyrkan. Metoden har dock inte fått någon nämnvärd spridning.

Elektroniska stetoskop har konstruerats och kommersialiserats med växlande framgång. Bosch har under många år salufört ett sådant stetoskop, med läkare med hörselnedsättning som målgrupp. Fördelen med detta är att det inte ger den variation av resonansstopp som det konventionella stetoskopet, och därför teoretiskt kan vara bättre. Holloway och medarbetare [9] konstruerade ett frekvensomvandlande stetoskop som gjorde om de lågfrekventa (20–200 Hz) signalerna till signaler i området 500–1 500 Hz, vilket är lättare att uppfatta för det mänskliga örat. Stetoskop med trådlös överföring har utvecklats för undervisningsändamål [10] och för patientövervakning, t ex i magnetkame-

Figur 2. Principen för stetoskop med öppen klocka. Bilden illustrerar resonanser då stetoskopets längd är en kvarts eller tre kvarts våglängd (λ).

I diagrammet till höger visas ljudöverföringskaraktäristiken för stetoskopet där stetoskopets resonansstopp framgår. Signaler vid högre frekvenser fortledds dessutom sämre.



ra [11].

Hök och Öberg [12] har också beskrivit ett beröringsfritt stetoskop baserat på laserdopplerprincipen. Enkel ultraljudsapparat saluförs under namnet »Doppler-stetoskop», men här stannar likheten. Detta är instrument som likt annan ultraljudsapparat registrerar blodflödes hastigheter. Nygaard och medarbetare [7] har nyligen beskrivit en metod, »vibroardiografi», där man genom frekvensanalys av ljudsignalen via dator hyser gott hopp om att kunna kvantifiera svårighetsgraden av aortastenosen. Slutligen har ett s k videostetoskop beskrivits, där man matar ljudsignalerna från två mikrofoner placerade på olika ställen på bröstkorgen till ett oscilloskop [13]. Beroende på signalkarakteristiken fås då olika mönster på skärmen.

Vilket stetoskop skall man välja?

Det finns en uppsjö av stetoskop på marknaden från 50 kronor upp till mer än 2 000 kronor. Klarar man sig med det billiga stetoskopet eller måste man investera i ett dyrare? Annonserna ger förvisso ingen ledning, ej heller några vetenskapliga referenser till varför det ena stetoskopet skulle vara bättre än det andra.

Vid en litteraturgenomgång finns det ett fåtal referenser som ger ledning. Dock verkar endast dyrare stetoskop jämförda. Abella och Formolo [14] jämförde ett antal »populära» stetoskop med en ljudfrekvensgenerator. De tittade på förhållandet mellan ljudtryck vid klockan och vid örat för frekvenser mellan 37,5 Hz och 1 000 Hz. Om man använde klockan förstärktes ljud mellan 37,5 och 112,5 Hz, medan de attenuerades om membranet användes. Högfrekventa ljud attenuerades både med klocka och med membran. Ett av stetoskopen skilde sig i positiv riktning från övriga, nämligen det som benämndes Littman Cardiology 2. Mot denna artikel kan invändas att inga av de billiga stetoskopen på marknaden testades.

I en annan artikel jämförs tre av de dyrare akustiska stetoskopen med tre elektroniska stetoskop. Trettio läkare-sköterskor jämförde dem. De konventionella stetoskopen bedömdes bättre än de elektroniska, men det fanns ingen inbördes skillnad dem emellan [15].

Enligt vår åsikt är ett stetoskop med korta, litet tjockare slangar att föredra för hjärtauskultation, bl a på grund av att slangarna inte skaver mot varandra. Ofta sammanfaller dessa önskemål med priset på stetoskopet. En bra passning i örat är viktig, och stetoskopet bör ha både klocka och membran. Membranets beskaffenhet varierar mellan stetoskoptyper, men någon varudeklaration

Att tänka på vid stetoskopi

- Auskultationen är en del av den fysikaliska undersökningen. Inspektion, palpation och perkussion är andra omistliga delar som måste sättas i relation till anamnes.
- Svaga och svårbedömda toner eller blåsljud auskulteras med fördel i expiratorisk apné. Detta gäller inte andra tonens klyvning. Lyssna även i vänster sidoläge och i sittande!
- Var systematisk: Bedöm toner och extratoner, en i taget, sedan biljud. Den mänskliga hjärnan är suverän att sortera bort oväsentlig information.
- Bestäm vad som är systole och diastole genom samtidig pulspalpation.
- Första tonen hörs bäst över apex.
- Andra tonen hörs bäst över basen. Pulmonaliskomponenten är svagare och hörs normalt ej över apex.
- Tredje och fjärde tonerna är lågfrekventa. De hörs bäst i vänster sidoläge. Använd stetoskopklockan!
- Glöm ej auskultation över njurarterierna samt palpation av arteria femoralis hos hypertoniker!
- Vid lungauskultation är det viktigt att jämföra sidorna. Glöm ej att lyssna även ventralt! Perkuter! Vid misstanke om bronkobstruktion är forcerad utandning ofta av värde.
- Öva att skriva ett ordentligt auskultationsstatus på varje patient. Reflektera över fyndens patofysiologiska bakgrund och hur de ger vägledning för fortsatt handläggning och terapi.

finns ej. Om stetoskopet skall användas enbart för blodtrycksmätning har det hävdats att ett billigt stetoskop kan duga.

Vi har dock inte funnit något vetenskapligt belägg för denna vitt utbredda åsikt. Faktiskt används ju stetoskopmetoden som guldstandard när man testar automatiska blodtrycksapparater, och det utan att dess status som guldstandard på något sätt är validerad. Det vore önskvärt att man vid all upphandling av stetoskop ställde krav på att frekvenskarakteristiken har specificerats av fabrikanter eller testinstitut.

Som en effekt av fynden i den ovan nämnda artikeln [15] tillverkade författarna ett nytt elektroniskt stetoskop som de hävdar är överlägset de akustiska. Vi ser dock ingen anledning att för närvarande rekommendera inköp av elektroniska stetoskop.

Hur duktiga är vi på att auskultera?

I diskussionen om stetoskoptyp är det viktigt att komma ihåg att inget stetoskop – hur dyrt det än må vara – kompenseras för dålig stetoskopeteknik. För en framgångsrik hjärtauskultation fordras tyst rum, att patienten håller andan och att undersökaren har både en långvarig vana i stetoskoplyssnandets svåra teknik och hemodynamisk kunskap (se även separat ruta). På samma sätt är auskultationen av lungorna avhängig teknik och kunskap.

I en studie från USA testades hjärtauskultationskonsten på olika grupper av läkare och studenter (198 internmedicinare, 255 familjeläkare, 88 studenter, 10 kardiologer). Tolv typiska auskultationsfynd (vitier, extratoner m m) presenterades för dem. Träffsäkerheten var ca 20 procent för internmedicinare, familjeläkare och studenter, medan kardiologerna hade korrekt svar i drygt 80 procent av fallen [16].

Vi känner inte till någon motsvarande undersökning i Sverige. Har vi anledning att tro att det är speciellt mycket bättre här? Beträffande lungauskultation finns det belägg för att den diagnostiska förmågan förbättras av återkommande undervisning [17].

Resultaten manar till eftertanke

Ovanstående resultat manar till eftertanke. De som utbildar läkarstudenter och unga läkare har ett stort ansvar att få dem att förstå värdet av stetoskopin och att inte negligera metoden bara för att den är billig och lättillgänglig. Vidare krävs att undervisningen är sådan att man verkligen lär sig stetoskopera och reflektera över auskultationsfyndet. I detta ingår även en förståelse för stetoskopets akustiska egenskaper. Stor del av den praktiska undervisningen är decentraliserad, och ansvaret ligger på de grupper som enligt undersökningen i USA endast hade en träffsäkerhet på 20 procent.

Därför vore ett vidareutbildningsprogram inom just stetoskopi för denna läkar-/lärargrupp angeläget. Det är svårt att ge ett sådant program samma glamour som den som ligger i läkemedelsindustrins eller den medicinska tekniska industrins symposier om de senaste landvinningarna. Likafullt är stetoskopin tillsammans med sjukhistoria och övrig fysikalisk undersökning ett av de viktigaste sätten att välja ut de patienter som behöver undersökas vidare med dyrare metoder.

Ser man utbildningen i ett ännu större perspektiv är goda kunskaper inom den integrativa fysiologin en förutsättning för att kunna dra intelligenta slut-

satsar av stetoskopi och övriga fysikaliska fynd. En god utbildning inom detta område kompenserar i mycket för den subjektivitet som ligger i stetoskopins natur.

Referenser

1. Bishop PJ. Evolution of the stethoscope. *J R Soc Med* 1980; 73: 443-56.
2. Reiser SJ. The medical influence of the stethoscope. *Scientific American* 1979; 245: 114-22.
3. Ertel PY, Lawrence M, Brown RK, Sterns AM. Stethoscope acoustics II. Transmission and filtration patterns. *Circulation* 1966; 24: 899-908.
4. Latimer KE, van Vollenhoven E. Function, physics and calibration of stethoscopes. In: Ghista DN, ed. *Biomechanics of medical devices*. New York: Marcel Dekker, 1980: 183-253.
5. Selig MB. Stethoscopic and phonoaudio devices: Historical and future perspectives. *Am Heart J* 1993; 126: 262-8.
6. Ask P, Hök B, Loyd D, Teriö H. Bioacoustic signals from stenotic tube flow. *Med Biol Eng Comput* 1995; 33: 669-75.
7. Nygaard H. Evaluation of heart sounds and murmurs. A review with special reference to aortic valve stenosis. Department of Electrical Engineering, College of Engineering, Aarhus, Denmark, 1996.
8. Lepeschkin EA. A quantitative stethoscope and its applications. *Am Heart J* 1952; 43: 881-8.
9. Holloway GA, Watkins D, Martin WE. An electronic frequency shifting stethoscope for heart sounds. *Journal of Bioengineering* 1978; 2: 59-64.
10. Leon de AC, Harvey WP, Canfield D, Johnson E. Group teaching of auscultation: Use of a new wireless stethoscope-type headphone. *Am J Cardiol* 1978; 41: 333-5.
11. Henneberg S, Hök B, Wiklund L, Sjödin G. Remote auscultatory patient monitoring during magnetic resonance imaging. *J Clin Monit* 1992; 8: 38-43.
12. Hök B, Öberg PÅ. Laser-Doppler stethoscope for loadfree recording of skin vibration. Proceedings, world congress of Biomedical Engineering, San Antonio, Texas, USA, 1988: 403.
13. Huang KC, Kraman SS, Wright BD. Video stethoscope – a simple method for assuring continuous lung ventilation during anesthesia. *Anesth Analg* 1983; 62: 586-9.
14. Abella M, Formolo J. Comparison of the acoustic properties of six popular stethoscopes. *J Acoust Soc Am* 1992; 91: 2224-8.
15. Grenier MC, Gagnon K, Genest J Jr, Durand J, Durand LG. Clinical comparison of acoustic and electronic stethoscopes and design of a new electronic stethoscope. *Am J Cardiol* 1998; 81: 653-6.
16. Mangione S, Nieman LZ. Cardiac auscultatory skills of internal medicine and family practice trainees. A comparison of diagnostic proficiency. *JAMA*. 1997; 278: 717-22.
17. Brooks D, Thomas J. Interrater reliability of auscultation of breath sounds among physical therapists. *Phys Ther* 1995; 75: 1082-8.

Summary

Proficiency in stethoscopy

**not easily attained;
the intricate art of auscultation merits
greater attention in medical education**

Bengt Wrånne, Per Ask, Bertil Hök

Läkartidningen 1999; 96: 2981-4.

Although the stethoscope is used daily by almost every physician, the full potential of the art of stethoscopy is seldom tapped. It has been replaced by newer and more costly techniques. In the article it is argued that more time in medical education should be allocated to stethoscopy, so that it can be used in selecting patients who will benefit most from examination with modern diagnostic tools. The medical technological background of stethoscopy is also reviewed, as are the reasons why it is difficult to give sound advice on the choice of stethoscope.

Correspondence: Professor Bengt Wrånne, Dept of Physiology, University of Linköping, Universitetssjukhuset, SE-581 85 Linköping, Sweden.

TILLVÄXT



FAKTORER

Särtryck av en serie i Läkartidningen 1995

Alla kroppens celler reagerar på olika signalämnen i omgivningen, ämnen som styr deras fundamentala livsprocesser.

Dessa ämnen kallas kollektivt tillväxtfaktorer. En serie i *Läkartidningen* 1995 om dem speglar tendenser i dagens medicinska forskning och pekar på några tillämpningsområden.

Området är i början av en snabb utveckling och många produkter är under utprovning för klinisk användning.

Häftet omfattar 12 artiklar på sammanlagt 56 sidor + färgomslag. Priset är 90 kronor. Vid köp av 11–50 ex 82 kronor, vid högre upplagor 77 kronor/exemplar.

Beställer härmed

..... ex Tillväxtfaktorer

.....
Namn

.....
Adress

.....
Postnummer/Postadress

.....
Insändes till *Läkartidningen*,
Box 5603, 114 86 Stockholm

Märk gärna kuvertet
» Tillväxtfaktorer »

Telefax: 08-20 76 19