

Kan hjertebilyder evalueres med telemedisin?

Sammendrag

Bakgrunn. Hjertebilyd forekommer ofte hos barn, og de som henvises til poliklinisk vurdering, må ofte vente lenge og reise langt. En metode der digitaliserte opptak av hjertebilyder sendes som elektronisk post til spesialist er etablert, og vi ønsket å undersøke metodens kvalitet.

Metode. Auskultasjonsfunn fra 47 barn uten bilyd ($n = 7$), med fysiologisk bilyd ($n = 20$) eller med organisk bilyd ($n = 20$) ble registrert med et sensorbasert elektronisk stetoskop og sendt med elektronisk post til en datamaskin. Opptakene ble gjentatt til totalt 100 tilfeller og overført til en kompaktdisk i tilfeldig rekkefølge. Fire barneleger med lang erfaring i auskultasjon vurderte og kategoriserte lydene som «ingen bilyd», «fysiologisk bilyd» eller «organisk bilyd», angav tidsbruk per tilfelle, grad av sikkerhet og om de anbefalte henvisning til ordinær poliklinisk undersøkelse.

Resultat. Tidsforbruket per tilfelle var 2,1 minutter. Gjennomsnittlig sensitivitet og spesifisitet var henholdsvis 90 % og 98 %. Inter- og intraobservatørvariabiliteten var lav (kappa henholdsvis 0,81 og 0,87). 93 % av tilfellene med organisk bilyd og 13 % med fysiologisk bilyd ble anbefalt henvist.

Fortolkning. Telemedisinsk henvisning av barn med hjertebilyd er medisinsk sikkert, reduserer reising og er tidsbesparende. Auskultasjon alene er tilstrekkelig for å stille diagnosen fysiologisk bilyd.

Engelsk sammendrag finnes i artikkelen på www.tidsskriftet.no

Basert på artikkel publisert i *Archives of Disease in Childhood* (32)

Lauritz Bredrup Dahl

lauritz.dahl@unn.no
Barneavdelingen

Per Hasvold
Eli Arild

Nasjonalt senter for telemedisin

Universitetssykehuset Nord-Norge
9038 Tromsø

Toralf Hasvold

Institutt for samfunnsmedisin
Universitetet i Tromsø

Man hører ofte hjertebilyder hos barn. De aller fleste bilydene er fysiologiske, dvs. ikke assosiert med anatomiske eller funksjonelle avvik. Opptil 80 % av skolebarn kan ha hjertebilyd under visse omstendigheter, mens færre enn 1 % har organisk hjertefeil. De fleste av disse er diagnostisert allerede i spedbarnsalderen (1–3).

Barn med bilyd blir ofte henvist til spesialistvurdering (4). Klinisk undersøkelse alene er som oftest tilstrekkelig for å skille fysiologiske fra organiske bilyder (5, 6). Supplerende utredning med røntgen thorax, elektro- og ekkokardiografi vil sjelden endre diagnosen (7). Foreldre forventer imidlertid ofte at spesialisten bruker sofistikerte metoder (4, 8, 9), noe som gjør det fristende å sende pasienten til ekkokardiografi. Takstsystemet kan også friste til unødvendig og fordyrende utredning (10, 11).

Fra 1.1. 1999 til 31.12. 2000 ble 103 barn henvist til Universitetssykehuset Nord-Norge for utredning av tilfeldig oppdaget hjertebilyd. Gjennomsnittlig ventetid var 60 dager. 99 av pasientene (96 %) hadde fysiologisk(e) bilyd(er). De fire med organisk hjertefeil hadde henholdsvis liten ventrikelseptumdefekt, perifer pulmonalstenose, bikuspid aortaklaff og åpenstående ductus arteriosus. Vi antok derfor at telemedisinsk henvisning med kliniske opplysninger og digitalisert opptak av bilyden kunne erstatte tradisjonell henvisning. Dermed ville man unngå lang ventetid og reising og samtidig kanskje redusere utgiftene. Før vi introduserte metoden ønsket vi å evaluere om telemedisinsk henvisning kunne gjennomføres på en trygg og sikker måte.

Pasienter og metode

Med et sensorbasert elektronisk stetoskop (theStethoscope, Meditron AS) (12) ble det gjort opptak av normale hjertelyder fra barn uten bilyd eller med fysiologisk bilyd og av

hjertelyder fra pasienter med organisk hjertefeil (organiske bilyder). Inntil fem lyder fra ulike lokalisasjoner hos samme pasient ble registrert. Opptakene ble gjort med samplingfrekvens 22,1 K sample per sekund, mono, 16 bit dynamisk oppløsning, og sendt som elektronisk post til en datamaskin et annet sted på sykehuset. Her ble tilfellene avidentifisert og samlet i en database og lagret som *.wav-filer (Microsoft Windows Wave-filer). Kliniske opplysninger ble samlet i en tekstfil og sendt som e-post sammen med lydfile(n).

Fra denne samlingen ble sju tilfeller uten bilyd og 40 med bilyd (20 med fysiologisk og 20 med organisk bilyd) tilfeldig trukket ut. Av de sju uten bilyd ble seks gjentatt tre ganger og en to ganger, dvs. totalt 20 tilfeller. De 20 opptakene av fysiologiske bilyder og de 20 med organiske bilyder ble gjentatt to ganger, til totalt 80 tilfeller. Disse 100 tilfeller ble blandet tilfeldig på en kompaktdisk (CD). Av de fysiologiske bilydene forekom pulmonal ejeksjonslyd to ganger, vibrasjonslyd 32 ganger og venesus seks ganger. Av de organiske skyldtes 17 ventrikelseptumdefekt, ti valvulær pulmonalstenose, seks valvulær aortastenose, to åpenstående ductus arteriosus og to atriaseptumdefekt av sekundær type. De øvrige tre pasientene hadde fått operert inn en aortapulmonal shunt eller en innsnevring av lungearterien.

Det sensorbaserte stetoskopet og lydkortet i datamaskinen tillater forsterkning av lyden, men for å standardisere opptakene ble denne muligheten blokkert. Hvert tilfelle på CD-en ble presentert på en HTML-side som viste et bilde av thorax med nummererte punkter hvor lydene var registrert. Den ledsagende teksten stod ved siden av bildet. Lydene ble avspilt ved hjelp av lydkortet



Hovedbudskap

- Klinisk undersøkelse alene er oftest tilstrekkelig for å stille diagnosen fysiologisk bilyd. Auskultasjonsfunnet er typisk
- Telemedisinsk overførte bilyder kan med stor grad av sikkerhet diagnostiseres som enten fysiologiske eller organiske
- Telemedisin kan erstatte tradisjonell henvisning av barn med hjertebilyder

Tabell 1 Angitt tidsbruk for vurdering og klassifisering av hjertelydene

Tid (minutter)	Antall tilfeller	(%)	Akkumulert
1	111	(36,6)	36,6
2	108	(35,3)	71,9
3	62	(19,5)	91,4
4	19	(5,6)	97,0
5	3	(1,0)	98,0
6	3	(1,0)	99,0
7	0	(0,0)	99,0
8	1	(0,3)	99,3
9	0	(0,0)	99,3
10	2	(0,7)	100,0

Tabell 2 Metodens sensitivitet og spesifisitet

Spesialister	Sensitivitet (%)	Spesifisitet (%)
A	87,1	98,3
B	100,0	100,0
C	85,0	96,5
D	86,8	98,3
Gjennomsnitt	89,7	98,2

i datamaskinen og Microsoft Media Player i Microsoft Windows 98 operativsystem.

CD-en, et sett øretelefoner (AKG K-100) og en bærbar PC (Toshiba Satellite 4090XCDT) ble sendt til fire erfarne barneleger ved ulike sykehus i Norge. Disse lyttet på lydene og registrerte på et skjema tiden de trengte til å kategorisere hvert tilfelle som «ingen bilyd», «fysiologisk bilyd» eller «organisk bilyd». De registrerte også grad av sikkerhet i bedømmingen og om pasienten burde henvises til poliklinisk undersøkelse.

Tabell 3 Interobservatørvariabilitet (95 % konfidensintervall)

Spesialistpar	Kappa	Observert variabilitet innen hver lydkategori		
		Ingen bilyd	Fysiologisk bilyd	Organisk bilyd
A versus B	0,88 (0,72–0,92)	0,88 (0,76–1,00)	0,85 (0,74–0,96)	0,92 (0,68–1,00)
A versus C	0,89 (0,81–0,97)	0,96 (0,87–1,00)	0,91 (0,82–1,00)	0,93 (0,64–1,00)
A versus D	0,78 (0,67–0,88)	0,92 (0,82–1,00)	0,81 (0,70–0,93)	0,85 (0,53–1,00)
B versus C	0,79 (0,68–0,89)	0,88 (0,74–1,00)	0,82 (0,70–0,93)	0,89 (0,47–1,00)
B versus D	0,80 (0,70–0,91)	0,86 (0,73–1,00)	0,83 (0,71–0,94)	0,91 (0,37–1,00)
C versus D	0,77 (0,66–0,88)	0,92 (0,81–1,00)	0,81 (0,70–0,93)	0,85 (0,53–1,00)
Gjennomsnitt	0,81 (0,77–0,85)	0,90 (0,86–0,95)	0,84 (0,79–0,88)	0,89 (0,76–1,00)

Tabell 4 Intraobservatørvariabilitet (95 % konfidensintervall)

Spesialist	Kappa	Observert variabilitet innen hver lydkategori		
		Ingen bilyd	Fysiologisk bilyd	Organisk bilyd
A	0,97 (0,97–1,00)	1,00 (1,00–1,00)	0,97 (0,91–1,00)	0,97 (0,89–1,00)
B	0,89 (0,79–0,99)	0,88 (0,74–1,00)	0,89 (0,76–1,00)	1,00 (1,00–1,00)
C	0,87 (0,76–0,98)	0,95 (0,85–1,00)	0,88 (0,74–1,00)	0,92 (0,80–1,00)
D	0,73 (0,59–0,88)	0,86 (0,72–1,00)	0,74 (0,56–0,91)	0,88 (0,72–1,00)
Alle	0,87 (0,82–0,92)	0,93 (0,87–0,98)	0,87 (0,80–0,94)	0,94 (0,89–1,00)

Dataene ble registrert i en Epi Info database og analysert ved hjelp av Epi Info (13).

Resultater

Tidsbruken ble registrert for 303 av tilfellene. Spesialistene brukte 2,1 minutt i gjennomsnitt for å vurdere hvert tilfelle (tab 1). Tiden inkluderte det å ta frem lydfilen(e), lytte, kategorisere og registrere på et skjema.

Spesialistene hadde en gjennomsnittlig sensitivitet og spesifisitet på henholdsvis 90 % og 98 % (tab 2).

Gjennomsnittlig kappaverdi for alle par av spesialister (interobservatørvariabilitet mellom par) (tab 3) og for spesialistenes interne variabilitet (intraobservatørvariabilitet) (tab 4) var henholdsvis 0,87 og 0,81.

I tabell 5 vises anbefalingene om nødvendigheten av henvisning for videre undersøkelse. 151 av tilfellene med organisk bilyd (n = 160) ble klassifisert. Ti (6,6 %) ble registrert som «anbefaler ikke å henvise». Disse bestod av tre pasienter med moderat valvulær pulmonalstenose og to med moderat valvulær aortastenose.

Spesialistene rapporterte en meget høy grad av sikkerhet.

Diskusjon

Undersøkelsen viser at dette sensorbaserte elektroniske stetoskopet tillater digitalisert hjertelyd sendt som e-post med bevart lydkvalitet (12), og indikerer at telemedisin er en sikker metode for overføring av hjerteauskultasjonsfunn for spesialistvurdering.

Prevalensen av organiske bilyder i studien var 40 %. Dette er en høyere prevalens enn man har ved barneavdelinger som mottar små pasienter med hjertebilyder til poliklinisk vurdering. Det eksisterer ingen «sann» prevalens av barn med organiske bilyder blant dem som henvises til poliklinikker for

vurdering av bilyd. Variasjonen i prevalens vil forandre pretest- og posttestprediktive verdier, men ikke i samme grad sensitivitet og spesifisitet (14). Derfor har vi brukt metodens evne til å finne tilfeller med organiske bilyder blant dem med organiske hjertefeil og tilfeller uten bilyd eller med fysiologisk bilyd blant dem uten organisk hjertefeil ved å estimere metodens sensitivitet og spesifisitet istedenfor å beregne de prediktive verdier.

De overførte lydene ble vurdert med en sensitivitet og spesifisitet nær (5) eller bedre enn (15) dem som rapporteres når barn med hjertebilyd undersøkes klinisk av barnekardiologer. I en prospektiv studie av 161 pasienter med fysiologiske eller organiske bilyder (5) fant man en sensitivitet på 96 % og en spesifisitet på 95 %. I en undersøkelse av 128 barn, vurdert av allmennpraktiserende leger og barnekardiologer (15), var sensitiviteten henholdsvis 85 % og 79 % (p = 0,53), mens spesifisiteten var 55 % og 76 % (p = 0,001). I en studie blant generelle pediater uten spesiell kardiologisk utdanning var sensitiviteten og spesifisiteten henholdsvis 82 % og 72 % (16). Disse studiene viser lavere sensitivitet og spesifisitet enn vi fant. Vi konkluderer derfor med at elektronisk overføring av hjertelyder med en kort tekst om sykehistorie og øvrige kliniske funn til en erfaren barnelege er en sikker og nøyaktig metode.

Interobservatørvariabilitet og parvis observert variabilitet innen hver lydkategori, samt intraobservatørvariabilitet og variabilitet innen hver kategori, var svært lav (tab 3, tab 4). Kappaestimatene var mye høyere enn man ofte ser når klinisk etablerte metoder analyseres (17–22), noe som styrker vår konklusjon.

Fem pasienter med henholdsvis moderat valvulær pulmonalstenose (n = 3) og moderat valvulær aortastenose (n = 2) ble ikke anbefalt henvist i vår studie. Denne andelen (6,6 %) av feildiagnostisert organisk hjertefeil er lavere enn andre har rapportert når barnekardiologer kun undersøker barnet klinisk (henholdsvis 20,6 % (15) og 11,1 % (5)). Av de 151 tilfellene med fysiologisk bilyd som ble kategorisert, ble 12,6 % «unødvendig» anbefalt henvist, mens det hos 87,4 % korrekt ble anbefalt ikke å henvise pasienten. Disse ville dermed ha blitt spart for en unødvendig poliklinisk undersøkelse hos spesialist.

I vår studie var spesialistene klar over at situasjonen var fiktiv. Dette kan ha redusert deres aktpågivenhet. Den korte tiden de brukte og den angitte høye grad av sikkerhet i vurderingene kan tyde på det. Dersom denne metoden blir tatt i bruk, vil det bli lengre intervaller mellom vurderingene og sannsynligvis større aktpågivenhet og usikkerhet. Dette kan føre til større tidsbruk og færre feildiagnostiserte organiske bilyder og dermed høyere sensitivitet. Samtidig vil en større grad av gardering medføre at flere med fysiologisk bilyd blir henvist, noe som

Tabell 5 Spesialistenes anbefaling om henvisning

Henvisning	Ingen bilyd N = 61			Fysiologisk bilyd N = 151			Organisk bilyd N = 151		
	Antall	(%)	(95 % KI)	Antall	(%)	(95 % KI)	Antall	(%)	(95 % KI)
Ja	3	(4,9)	(1,0–13,7)	19	(12,6)	(7,8–18,9)	141	(93,4)	(88,9–96,8)
Nei	58	(95,1)	(86,3–99,0)	132	(87,4)	(81,1–92,3)	10	(6,6)	(3,2–11,8)

vil føre til en lavere spesifisitet. Vi vil trolig erfare en noe lavere grad av feildiagnostisering og rasjonalisering dersom metoden skulle komme til anvendelse.

Hovedforskjellen mellom en vanlig klinisk undersøkelse og en telemedisinsk undersøkelse er at barnelegen ved en telemedisinsk vurdering evaluerer lyder tatt opp av en annen og mindre erfaren person, noe som vil redusere metodens anvendelighet. Dette er det svake punkt i denne type elektronisk henvisningssystem.

Telemedisin innen barnekardiologi har vært brukt i områder med spredt bosetning for vurdering av stetoskopifunn eller ekkokardiografiopptak, og metoden er funnet brukbar (23–26). Brukertilfredsheten for helsepersonell og pasienter er evaluert (27, 28), men systematisk gjennomgang har vist at evalueringsmetodene ikke er tilfredsstillende (28). Vi vet derfor ikke om pasienter gjennomgående er tilfredse med metoden. Vil foreldrene til barn med hjertebilyd stole på en telemedisinsk vurdering? Vi kan ikke ut fra denne studien besvare det spørsmålet.

Hvorvidt en overgang til telemedisinsk henvisning av barn med hjertebilyd vil innebære en kostnadsreduksjon, har vi ikke vurdert. Det må undersøkes med helseøkonomiske metoder (29).

Det er hevdet at auskultasjonsferdighetene blant pediatere ikke er god nok (30). Det legges mindre vekt på stetoskopifunn, og medisinstudenter trener mindre på stetoskopering under utdanningen nå enn tidligere (31). Dersom telemedisin blir akseptert som en trygg metode for vurdering av bilyder hos barn, kan metoden bli tatt i bruk også i tettbygde strøk. Spesialisten kan i sitt elektroniske svar anføre hvordan en fysiologisk bilyd skilles fra en organisk (2) og dessuten angi hvordan opptaket kunne ha vært optimalisert. På denne måten kan man øke henvisende leges ferdigheter bedre enn man kan med tradisjonell henvisning. Denne vil jo ha auskultasjonsfunnet lagret på sin PC og kan lytte til dette på ny i lys av spesialistens svar.

Dersom bruken av denne tjenesten skulle gripe om seg, vil en negativ konsekvens kunne bli at barneleger under utdanning vil høre få fysiologiske bilyder. Det vil som en uønsket konsekvens kunne føre til at noen ikke lærer å skille fysiologiske fra organiske bilyder ved hjelp av stetoskop.

Konklusjon

Telemedisinsk konsultasjon kan videreutvikles til en trygg og behagelig måte for innhenting av spesialistvurdering av kardiale bilyder hos barn. Metoden har potensial for reduksjon av tidsbruk og reising. Auskultasjon alene er tilstrekkelig til å skille fysiologiske fra organiske bilyder hos barn.

Litteratur

- Fogel DH. The innocent heart murmur in children: a clinical study of its incidence and characteristics. *Am Heart J* 1960; 59: 844–55.
- McCrindle BW, Shaffer KM, Kan JS, Zahka KG, Rowe SA, Kidd L. Cardinal clinical signs in the differentiation of heart murmurs in children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1996; 150: 169–74.
- Freedom RM, Benson LN, Smallhorn JF. Neonatal heart disease. London: Springer-Verlag, 1992.
- Advani N, Menahem S, Wilkinson JL. The diagnosis of innocent murmurs in childhood. *Cardiol Young* 2000; 10: 340–2.
- Smythe JF, Teixeira OHP, Vlad P, Demers PP, Feldman W. Initial evaluation of heart murmurs: are laboratory tests necessary? *Pediatrics* 1990; 86: 497–500.
- Geva T, Hegesh J, Frand M. Reappraisal of the approach to the child with a heart murmur: is echocardiography mandatory? *In J Cardiol* 1988; 19: 107–13.
- Newburger JW, Rosenthal A, Williams RG, Fellows K, Mietinen OS. Noninvasive tests in the initial evaluation of heart murmurs in children. *N Engl J Med* 1983; 308: 61–4.
- McCrindle BW, Shaffer KM, Kan JS, Zahka KG, Rowe SA, Kidd L. An evaluation of parental concerns and misperceptions about heart murmurs. *Clin Pediatr* 1995; 34: 25–31.
- Young PC. The morbidity of cardiac nondisease revisited. Is there lingering concern associated with an innocent murmur? *Am J Dis Child* 1993; 147: 975–7.
- Danforth DA, Nasir A, Gumbiner C. Cost assessment of the evaluation of heart murmurs in children. *Pediatrics* 1993; 91: 365–8.
- Wong JA, Meyer RA. Cost-effective evaluation of heart murmurs in children. *Arch Fam Med* 1996; 5: 381.
- www.meditron.no (31.10.2002).
- Dean AG, Dean JA, Coulombier D, Burton AH, Brendel KA, Smith DC et al. Epi Info version 6: a word processing, database, and statistics program for epidemiology on microcomputers. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, 1994.
- Sackett DL, Haynes RB, Tugwell P. Clinical epidemiology. A basic science for clinical medicine. Boston/Toronto: Little, Brown and Company, 1985: 76–8.
- Rajakumar K, Weisse M, Rosas A, Gunel E, Pyles L, Neal WA et al. Comparative study of clinical evaluation of heart murmurs by general pediatricians and pediatric cardiologists. *Clin Pediatr* 1999; 38: 511–8.
- Haney I, Ipp M, Feldman W, McCrindle BW. Accuracy of clinical assessment of heart murmurs by office (general practice) paediatricians. *Arch Dis Child* 1999; 81: 409–12.
- Berg WA, Campassi C, Langenberg P, Sexton MJ. Breast imaging reporting and data system: inter- and intra-observer variability in feature analysis and final assessment. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 174: 1769–77.
- Grant JM. The fetal heart rate trace is normal, isn't it? Observer agreement of categorical assessments. *Lancet* 1991; 337: 215–8.
- Elmore JG, Wells CK, Lee CH, Howard DH, Feinstein AR. Variability in radiologists' interpretations of mammograms. *N Engl J Med* 1994; 331: 1493–9.
- Nielsen PV, Stigsby B, Nickelsen C, Nim J. Intra- and inter-observer variability in the assessment of intrapartum cardiotocograms. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1987; 66: 421–4.
- Donker DK, van Geijn HP, Hasman A. Inter-observer variation in the assessment of fetal heart rate recordings. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1993; 52: 21–8.
- Tandberg D, Kastendieck KD, Meskin S. Observer variation in measured ST-segment elevation. *Ann Emerg Med* 1999; 34: 448–52.
- McConnell ME, Steed RD, Tichenor JM, Hannon DW. Interactive telecardiology for the evaluation of heart murmurs in children. *Telemed J* 1999; 5: 157–61.
- Murdison KA. Telemedicine: a useful tool for the pediatric cardiologist. *Telemed J* 1997; 3: 179–84.
- Belmont JM, Mattioli LF, Goertz KK, Ardinger RH jr., Thomas CM. Evaluation of remote stethoscopy for pediatric telecardiology. *Telemed J* 1995; 1: 133–49.
- Mulholland HC, Casey F, Brown D, Corrigan N, Quinn M, McCord B et al. Application of a low cost telemedicine link to the diagnosis of neonatal congenital heart defects by remote consultation. *Heart* 1999; 82: 217–21.
- Hicks LL, Boles KE, Hudson ST, Koenig S, Madsen R, Kling B et al. An evaluation of satisfaction with telemedicine among health-care professionals. *J Telemed Telecare* 2000; 6: 209–15.
- Mair F, Whitten P. Systematic review of studies of patient satisfaction with telemedicine. *BMJ* 2000; 320: 1517–20.
- Drummond MF, Stoddard GL, Torrance GW. Methods for the economic evaluation of health care programmes. Oxford: Oxford University Press, 1994.
- Gaskin PRA, Owens SE, Talner NS, Sanders SP, Li JS. Clinical auscultation skills in pediatric residents. *Pediatrics* 2000; 105: 1184–7.
- Tavel MI. Cardiac auscultation. A glorious past – but does it have a future? *Circulation* 1996; 93: 1250–3.
- Dahl LB, Hasvold P, Arild E, Hasvold T. Heart murmurs recorded by a sensor based electronic stethoscope and e-mailed for remote assessment. *Arch Dis Child* 2002; 87: 297–301.