

# Hoe dringt omgevingsgeluid door tot het kind in utero?

S. M. I. DAMSTRA-WIJMENGA

---

In dit oriënterend onderzoek wordt aannemelijk gemaakt dat omgevingsgeluiden (i.c. spraak en muziek) van normaal huiskamerniveau (circa 60 tot 70 dB) kunnen doordringen in het amnionvocht in een voor het kind mogelijk waar te nemen geluidsintensiteit. Luide spraak en harde muziek zullen mogelijk beter waarneembaar zijn. Lage frequenties (tot circa 1000 Hz) worden minder geabsorbeerd door buik- en uteruswand dan hogere frequenties; hierdoor kan bijvoorbeeld een viool minder goed doorklinken dan een basgitaar. Borborygmi (die soms ook buiten het lichaam hoorbaar kunnen zijn) veroorzaken een steeds aanwezig achtergrondgeruis met soms zeer kort durende, luide uitschieters. Cardiovasculaire geluiden van moederlijke oorsprong worden een enkele maal op de grens van het hoorbare waargenomen.

---

## Inleiding

Vele zwangeren hebben in het laatste trimester van hun zwangerschap waargenomen, dat hun kind in utero kan 'schrikken' van plotselinge, harde geluiden in hun omgeving, zoals een luide schreeuw of het hard dichtslaan van een deur.<sup>1</sup> De snelle reactie van het kind, bestaande uit plotselinge en heftige, voor de aanstaande moeder voelbare bewegingen, wijst er op dat het zo'n geluid heeft 'gehoord'. Ook hebben zwangeren waargenomen dat hun kind in utero soms zeer 'onrustig' wordt in een omgeving met zeer luide muziek met veel lage tonen. In sommige gevallen wordt die onrust zelfs zo hinderlijk voor de aanstaande moeder, dat zij de lawaaige omgeving ontvlucht, waarna het kind weer tot rust komt.

Er is reeds veel onderzoek verricht naar reacties van het ongeboren kind op geluiden.<sup>1-7</sup> Bij al deze onderzoeken werd gebruik gemaakt van zuivere tonen van een bepaalde frequentie (uitgedrukt in Hz) en luidheid (uitgedrukt in dB), die meestal werden aangeboden via een luidspreker op de buik van de

aanstaande moeder in de buurt van het hoofdje van het kind. De reactie van het kind op de aangeboden stimulus werd beoordeeld naar het al of niet optreden van een verandering van de hartslagfrequentie en/of in de frequentie van de bewegingen van het kind. De resultaten van deze onderzoeken – waarbij dus steeds een kunstmatige geluidsbron werd gebruikt – wisselden, maar toch bleek uit de reacties van het kind dat de via de buikwand toegediende geluidsimpulsen hem wel moesten bereiken.

In hoeverre echter kunnen de stem van de moeder zelf en de natuurlijke geluiden uit haar omgeving doordringen tot het foetale gehoororgaan? Zouden deze omgevingsgeluiden mogelijk overstemd worden door inwendige geluiden, zoals de hartslag van de moeder, of door borborygmi?<sup>6</sup> Door middel van een oriënterend onderzoek trachtte ik na te gaan, of spraak en omgevingsgeluiden tot het kind in utero kunnen doordringen.

## Methoden

Het onderzoek vond plaats bij een normaal gebouwde, gezonde 30-jarige III-gravida, 39 weken zwanger, met het kind in hoofdligging, hoofd in bekkeningang.

Als *geluidsbron* diende een cassettebandje, dat een diversiteit aan geluiden bevatte: vrouwenstem, mannenstem, kinderstem, harmonische muziek (Bach), harde popmuziek (Beatles), koorzang en 'witte ruis' (een geruis waarin alle frequenties even sterk zijn vertegenwoordigd). Dit bandje werd op normale huiskamersterkte (ongeveer 60 dB) en op luide conversatietoon (circa 70 dB) op enkele meters afstand van de proefpersoon afgespeeld. Aansluitend sprak de aanstaande moeder zelf ook nog enige zinnen op de voor haar gebruikelijke luidheid.

Voor de *ontvangst* werd gebruik gemaakt van een zogenaamde dasspeldmicrofoon (Tandy Electret, cat. no. 331052), waaromheen – ter bescherming – een zeer dun membraantje was aangebracht. Dit microfoontje werd

hoog vaginaal ingebracht ('in vivo'). De opgevangen geluiden werden geregistreerd op een tweede cassettebandje.

De opnamen werden gemaakt met de proefpersoon in liggende, zittende en staande houding. Voorafgaand aan elke geluidenreeks werd een aantal seconden algehele stilte betracht om na te gaan, of iets zou kunnen worden opgevangen van de in het lichaam van de vrouw geproduceerde geluiden (hartslag, borborygmi).

Het tweede deel van het onderzoek vond plaats in een gestandaardiseerde omgeving voor registratie- en meetdoeleinden. De op een constante sterkte aangeboden geluidssignalen werden tweemaal opgenomen met dezelfde microfoon: eenmaal in vivo (met de vrouw in staande positie) en eenmaal 'in het vrije veld', met de microfoon op dezelfde plaats in de kamer als bij de opnamen in vivo. Ter objectivering van het waargenomen werd een sonagram vervaardigd van een zinsdeel op de band; dit werd vergeleken met een sonagram van hetzelfde zinsdeel uit de in vivo opgenomen geluiden. Ook werden zogenaamde 'long time average' spectra gemaakt van een 'in het vrije veld' en een in vivo opgenomen zin: 'Duizenden mensen gaan in Den Haag het miniaturstadje Madurodam bekijken'. Op dezelfde wijze werden spectra gemaakt van een periode van 'witte ruis'.

## Resultaten

De in vivo opgenomen geluiden bleken minder luid dan de oorspronkelijke geluiden. Wanneer het cassettebandje met de in vivo opgenomen geluiden op normale huiskamersterkte werd afgespeeld, waren de stemmen verstaanbaar, maar was de tekst niet altijd even duidelijk te volgen. Werd het cassettebandje luid afgespeeld, dan was de in vivo opgenomen gesproken tekst wel duidelijk te volgen. De stem van de zwangere proefpersoon kwam eveneens minder luid terug, maar was goed herkenbaar en verstaanbaar, en de door haar voorgelezen tekst was goed te volgen. In de stilteperioden was op het in vivo bandje heel zwak vaatgeruis waarneembaar, synchroon met de hartslag van de proefpersoon.

Bij de weergave van de in vivo opgenomen stemmen en muziek, en vooral bij de stilteperioden vielen verstrooide, zeer luide, zeer kort durende, klinkende geluiden op. Deze moeten worden toegeschreven aan de in het darmkanaal geproduceerde borborygmi.

---

S.M.I. Damstra-Wijmenga, arts, Van Ketwich Ver-  
schuurlaan 5, 9721 SB Groningen.

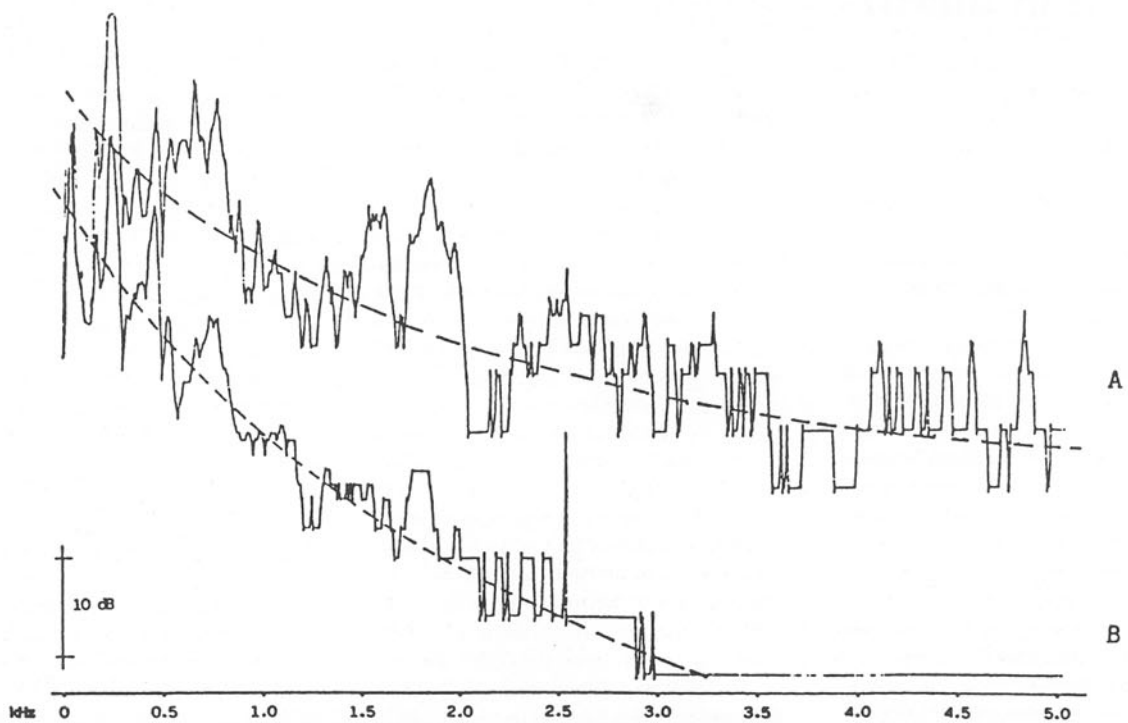


Fig. 1 LTA-spectra (FFT) van de door een vrouw uitgesproken zin: 'Duizenden mensen gaan in den Haag het miniatuurstadje Madurodam bekijken', met een op het oog getrokken hellingskarakteristiek.  
 A: zoals geregistreerd met microfoon in free field.  
 B: zoals geregistreerd met microfoon 'in vivo'. (De piek in het spectrum, zoals deze verschijnt bij 2560 Hz is een artefact)

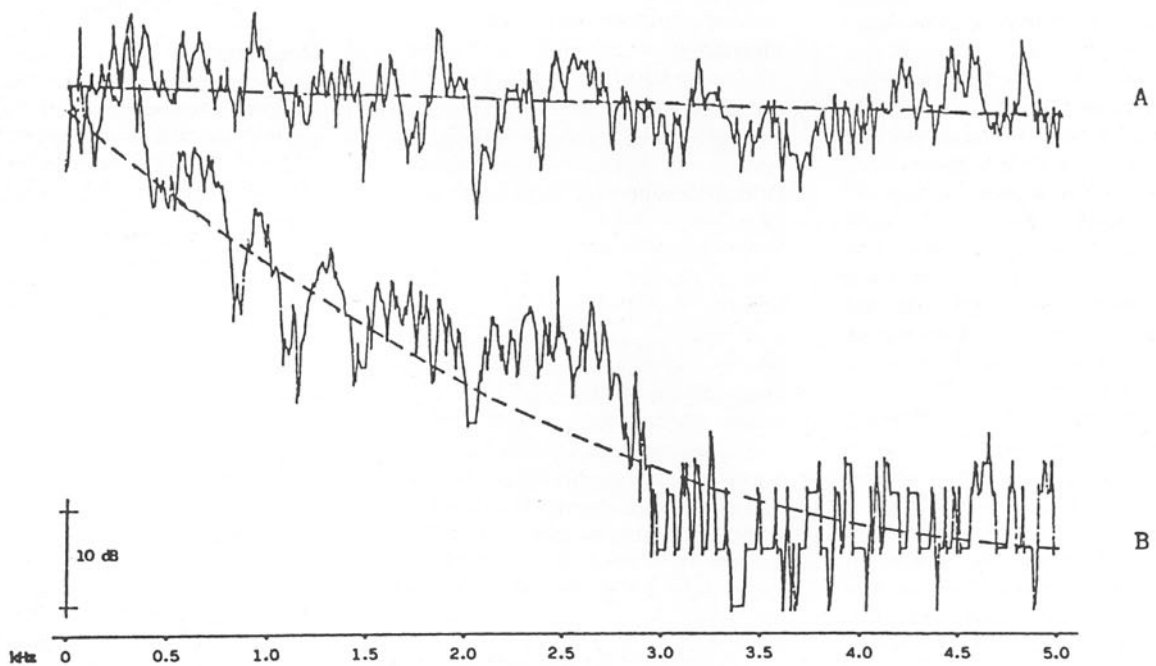


Fig. 2 Spectra (FFT) van een 'witte ruis' met een op het oog getrokken hellingskarakteristiek.  
 A: zoals geregistreerd met microfoon in free field.  
 B: zoals geregistreerd met microfoon 'in vivo'.

De luidheid en de kwaliteit van de in-vivo-geluiden waren niet afhankelijk van de houding van de proefpersoon.

Uit het sonagram – dat hier helaas niet gereproduceerd kan worden – bleek dat de lage tonen het in vivo geplaatste microfoonje goed hadden bereikt, en dat de intensiteit bij hoger wordende frequenties steeds meer afnam.

In de figuren 1 en 2 zien we, dat in vivo in de lage frequenties – 50 tot 1000 Hz – betrekkelijk weinig geluidverlies optrad, zo'n 10 tot 20 dB. In de hoge frequenties was dat echter circa 40 tot 60 dB.

## Beschouwing

Hoewel bij dit oriënterend onderzoek naar de mogelijkheid van het waarnemen van omgevingsgeluiden door het kind in utero geen gebruik is gemaakt van een in het amnionvocht geplaatste microfoon, zijn de resultaten dusdanig, dat aangenomen mag worden dat omgevingsgeluiden inderdaad tot het kind doordringen. De verzwakking van de geluiden bij passage van de buik- en de uteruswand zal geringer zijn bij een microfoon in amnionvocht, dan bij een hoog rectaal of vaginaal geplaatste microfoon. Dit werd reeds aangenomen door Walker,<sup>6</sup> die de lagere waarden die Bench<sup>2</sup> had gevonden, eveneens toeschreef aan het feit dat deze voor zijn onderzoek een vaginaal geplaatste microfoon had gebruikt.

Armitage et al.<sup>8</sup> implanteerden hydrofoons in intacte amnionzakken van ooiën; zij stelden vast, dat bij reproductie van de door deze hydrofoons opgenomen geluiden van buitenaf een gemiddelde verzwakking van 30 dB optrad. Hierbij bleken geen geluiden van het moederlijke cardiovasculaire systeem te zijn doorgegeven; wél werden frequent irregulaire borrelingen waargenomen, die volgens de onderzoekers van digestieve oorsprong waren.

Al eerder had Henshall<sup>7</sup> geluiden opgenomen op een toonbandje via een in het amnionvocht geplaatste fonocatheter bij vrouwen à terme. In het algemeen hoorde hij weinig, slechts één maal wat vaatgeruis. Wél waren verschillende malen (wanneer de cathetertip dicht bij de fundus was) duidelijke maternale borborygmi hoorbaar; deze hadden in het amnionvocht een intensiteit van circa 60 dB. Al het overige opgevangen geluid was een eenvoudige ruis, veroorzaakt door het schuiven van de cathetertip langs het kind of langs de uteruswand.

De door mij gevonden intensiteit van de maternale borborygmi komt ongeveer overeen met de door Henshall opgegeven waarden.

Een andere vraag is, of het kind de aangeboden geluiden ook zou kunnen waarnemen; dit zou kunnen worden afgemeten aan een eventueel optredende verandering in de hartslagfrequentie en/of het aantal bewegingen van het kind.

Bij de verschillende onderzoekers die zich hiermee bezig hebben gehouden,<sup>9 11 12</sup> waren de uitkomsten soms tegenstrijdig. Visser et al.<sup>11</sup> schrijven deze wisselende resultaten toe aan de door hen gedane waarneming, dat het kind in utero perioden doormaakt van 'vaste' slaap (herkenbaar aan een wat vlakke hartfrequentiecurve en een minimum aan bewegingen) en van REM-slaap. Op de tijdens de vaste slaap toegevoerde geluidsstimuli en/of krachtig schudden van de buik van de aanstaande moeder reageert het kind in het geheel niet, terwijl tijdens de REM-slaap wél een duidelijke invloed van deze stimuli is waar te nemen op de frequentie van de hartactie en het aantal bewegingen. Het kind in utero zal in principe dus alleen dan op omgevingsgeluiden kunnen reageren, als het zich niet in een vaste-slaaperiode bevindt.

Het herkennen na de geboorte (lees: positief reageren op) van bepaalde, tijdens de zwangerschap frequent toegevoerde geluidsstimuli (moederstem, vaderstem, een veelvuldig gespeeld melodietje) behoort in ieder geval tot de mogelijkheden.<sup>13</sup>

## Dankbetuiging

Met dank aan Dr. Ir. H. P. Wit, fysisch-audioloog en Dr. H. K. Schutte, foniater-KNO-arts, voor hun adviezen, en Drs. G. L. J. Nieboer, foneticus, voor zijn assistentie en de vervaardiging van de illustraties. Allen zijn verbonden aan de Kliniek voor KNO Heelkunde van het Academisch Ziekenhuis te Groningen.

<sup>1</sup> Lecanuet JP, Granier-Deferre C, Cohen H, et al. Fetal response to acoustic stimulation depend on heart rate variability pattern, stimulus intensity and repetition. *Early Hum Dev* 1986; 13: 269-83.

<sup>2</sup> Bench RJ, Vass A. Fetal audiometry. *Lancet* 1970; i: 91-2.

<sup>3</sup> Schmidt W, Boos R, Gnirs J, et al. Fetal behavioural states and controlled sound stimulation. *Early Hum Dev* 1985; 12: 145-53.

<sup>4</sup> Gelman SR, Wood S, Spellacy WN, et al. Fetal movements in response to sound stimulation. *Am J Obstet Gynecol* 1982; 143: 484-5.

<sup>5</sup> Grimwade JC, Walker D, Bartlett M, et al. Human fetal heart rate change and movement in response to sound and vibration. *Am J Obstet Gynecol* 1971; 109: 86-90.

<sup>6</sup> Walker D, Grimwade J, Wood C. Intra uterine noise: a component of the fetal environment. *Am J Obstet Gynecol* 1971; 109: 91-5.

<sup>7</sup> Henshall WR. Intra uterine sound levels. *Am J Obstet Gynecol* 1972; 112: 576-8.

<sup>8</sup> Armitage SE, Baldwin BA, Vince MA. The fetal sound environment of sheep. *Science* 1980; 208: 1173-4.

<sup>9</sup> Serafini P, Lindsay MB, Nagey DA, et al. Antepartum fetal heart rate response to sound stimulation: The acoustic stimulation test. *Am J Obstet Gynecol* 1984; 148: 41-5.

<sup>10</sup> Trudinger BJ, Boylan P. Antepartum fetal heart rate monitoring. Value of sound stimulation. *Obstet Gynecol* 1980; 55: 265-8.

<sup>11</sup> Visser GHA, Goodman JDS, Levine DH, et al. Diurnal and other cyclic variations in human fetal heart rate near term. *Am J Obstet Gynecol* 1982; 142: 535-44.

<sup>12</sup> De Vries JIP, Visser GHA, Precht HFR. *Early Hum Dev* 1982; 9: 301-22.

<sup>13</sup> DeCasper AJ, Fifer WP. Of human bonding: Newborns prefer their mother's voice. *Science* 1980; 208: 1174-6.

## Abstract

**Damstra-Wijmenga SMI. How do environmental sounds penetrate to the child in utero? *Huisarts Wet* 1987; 30: 41-3.**

This preliminary study shows the plausibility of environmental sounds (e.g. speech and music) at normal living-room level (about 60-70 dB) penetrating to the amniotic fluid at an intensity perceptible to the child in utero. Loud speech and loud music may be more readily perceptible. Low frequencies (up to about 1000 Hz) are less fully absorbed by the abdominal and the uterine wall than higher frequencies. Borborygmi (sometimes audible also outside the body) causes an ever-present background noise with occasional brief, loud peaks. Maternal cardiovascular sounds are occasionally perceived at the limit of audibility.

## Nota bene

De kwantiteit zegt wel iets over kwaliteit. Het gaat er niet alleen om of de zorg technisch goed wordt gegeven. Zorg die overbodig is (ook al wordt die op zich op een correcte wijze gegeven) is kwalitatief ook slecht.

P. Been, adviserend geneeskundige, in: *Inzet* 1986, nr. 6: 11.