



GÖTEBORGS UNIVERSITET  
Sahlgrenska akademien  
Institutionen för neurovetenskap och fysiologi  
Enheten för Audiologi

VT 2015

## SJÄLVSTÄNDIGT ARBETE I AUDIOLOGI, 15 hp

### Grundnivå

Titel	
<b>Hörselnedsättning hos för tidigt födda barn – En litteraturstudie</b>	
Författare	Handledare Traci Flynn
Elin Rydman	
Gabrijela Uvalić	
	Examinator Kim Kähäri
<b>Sammanfattning</b>	
<p>Att vårdas på neonatalavdelning mer än fem dagar är en av riskfaktorerna för sensorineural hörselnedsättning. För tidigt födda barn har ofta minst en riskfaktor för hörselnedsättning, i många fall finns fler riskindikationer som kan influera till hörselnedsättning. Dessutom är 25:e graviditetsveckan upp till sex månaders ålder en väldigt kritisk period för hörselsystemets utveckling. Genom denna litteraturstudie utreds vad olika studier rapporterade gällande kopplingar mellan hörselnedsättning och för tidig födsel, typ och grad av hörselnedsättning, riskfaktorer associerat med hörselnedsättning och hur den auditiva mognaden kan påverkas av för tidig födsel.</p>	
<b>Syfte</b>	
<p>Syftet med denna litteraturstudie är att göra en sammanställning av studier som är inriktade på barn som är födda 25-37 graviditetsveckan och kopplingen för att drabbas av hörselnedsättning <math>\geq 35</math>dB nHL. Samt vilket typ och grad som är vanligast.</p>	
<b>Metod</b>	
<p>En litteraturstudie där 16 vetenskapliga artiklar publicerade mellan 2000-2015 ingick i materialet. Databaserna som används för sökningen var Pubmed och Scopus.</p>	
<b>Resultat</b>	
<p>Majoriteten av barnen i denna studie visade svår till grav sensorineural hörselnedsättning. Riskfaktorer för hörselnedsättning hos barn som är för tidigt födda är bland annat respirator mer än fem dagar, asfyxi och födelsevikt under 1500g, det är däremot svårt att särskilja dessa riskfaktorer. Spädbarn som föds för tidigt kan visa tillfällig hörselnedsättning eftersom hörselsystemet är under utveckling.</p>	
<b>Sökord</b>	
hörselnedsättning, för tidig födsel, risk faktorer, hörselsystemets utveckling	



University of Gothenburg  
The Sahlgrenska Academy  
Institute of Neuroscience and Physiology

Spring 2015

## BACHELOR RESEARCH THESIS IN AUDIOLOGY, 15 ECTS

### *Basic level*

Title	
<b>Premature infants with hearing loss – A critical review of the literature</b>	
Author/s	Supervisor Traci Flynn
Elin Rydman	
Gabrijela Uvalić	
	Examiner Kim Kähäri
<b>Abstract</b>	
<p>A stay in the neonatal intensive care unit of greater than 5 days is one of the identified risks of a sensorineural hearing loss. Preterm infants usually have at least one risk factor for hearing impairment. The period from 25 weeks' gestation to 5 to 6 months of age is most critical to the development of the auditory system. We think it is important to investigate hearing impairment among infants born preterm, degree and type of hearing loss, risk factors associated with hearing loss and how the auditory system may be affected by preterm birth.</p>	
<b>Objective</b>	
<p>A critical review of the current literature including studies of preterm infants born between gestational age 25-37. Our aim is to identify the most common type and degree of hearing loss among infants born preterm and if there is an association between hearing loss and preterm birth.</p>	
<b>Method</b>	
<p>A literature search of Scopus and Pubmed resulted in 16 articles from 2000-2015</p>	
<b>Results</b>	
<p>Most of the infants in this study had a severe to profound sensorineural hearing loss. Some of the risk factors associated with hearing loss include mechanical ventilation for more than five days, asphyxia and birthweight below 1500g. However, these risk factors are difficult to separate. When an infant is born preterm, hearing loss can be temporary.</p>	
<b>Keywords</b>	
<p>hearing loss, preterm birth, risk factors, auditory maturation.</p>	

## **FÖRORD**

Alla moment i studien har genomförts av båda författarna tillsammans.

Vi vill tacka vår handledare Traci Flynn för god handledning samt bihandledare Ann-Kristin Espmark.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

## ORDLISTA

<b>1.0 BAKGRUND</b> .....	1
1.1 INLEDNING.....	1
1.2 DEFINITION FÖR TIDIG FÖDSEL.....	1
1.3 INCIDENS OCH RISKFAKTORER FÖR TIDIG FÖDSEL.....	2
1.4 RISKKRITERIER-FAKTORER FÖR HÖRSELNEDSÄTTNING HOS SPÄDBARN.....	2
1.4.1 HÖRSELSCREENING.....	3
1.5 HÖRSELSYSTEMETS UTVECKLING.....	3
1.5.1 YTTERÖRAT.....	4
1.5.2 MELLANÖRAT.....	4
1.5.3 INNERÖRAT.....	4
1.5.4 TABELL 1 – ÖRATS EMBRYOLOGISKA UTVECKLING.....	6
<b>2.0 SYFTE</b> .....	8
2.1 SPECIFIK FRÅGESTÄLLNING.....	8
<b>3.0 MATERIAL &amp; METOD</b> .....	8
3.1 TABELL 2 – DATABASER.....	9
<b>4.0 RESULTAT</b> .....	9
4.1 TABELL 3 – GRAD AV HÖRSELNEDSÄTTNING BLAND FÖR TIDIGT FÖDDA BARN.....	10
4.2 TABELL 4 – RISKFAKTORER FÖR HÖRSELNEDSÄTTNING.....	14
4.3 TABELL 5 – TYP AV HÖRSELNEDSÄTTNING BLAND FÖR TIDIGT FÖDDA BARN.....	19
<b>5.0 DISKUSSION</b> .....	23
5.1 METODDISKUSSION.....	23
5.2 RESULTATDISKUSSION.....	24
5.2.1 PROJEKTETS BETYDELSE.....	28
5.2.2 FRAMTIDA FORSKNING.....	29
<b>6.0 KONKLUSION</b> .....	29
<b>7.0 REFERENSLISTA</b> .....	30

## BILAGA

## ORDLISTA

APH	Antepartum Haemorrhage - Ante partum blödning. En blödning som sker före förlossning, efter fostervecka 24 (Dr Hayley Willacy Patient.co.uk, 2012).
Apgar score	Ett instrument som används för att bedöma det nyfödda barnets hälsotillstånd och man markerar i denna skala mellan 1 och 10. Apgar står för Apperance, Pulse, Grimace, Activity och Respiration (Hirsch, 2014).
Asfyxi	Syrebrist eller andnöd (Lindskog & Lindskog, 2011).
BPD	Bronkopulmonell dysplasi är skador på lungor som ge kvarstående andningproblem (Näslund, 2014).
CMV	Cytomegalovirus är ett herpesvirus som kan spridas under graviditeten från mamman till fostret (Belfrage Förlag, 2015b).
Congenital Kardiopati	Medfött hjärtfel (Belfrage Förlag, 2015b).
dB HL	Decibel hearing level. Ett statistiskt framtaget medianvärde för hörnivå, där 0 dB HL är baserat på ett stort antal unga personer med normal hörsel (Roeser, Valente, & Hosford-Dunn, 2007).
dB nHL	Decibel normalized hearing level, används vid mätningar med klickstimuli och toneburst (Roeser et al., 2007).
ECMO	Extra-Corporeal Membrane Oxygenation. En typ av respirator som hjälper nyfödda att andas vid andnöd (Johan Sandham ebme, 2012).
Histological chorioamnionitis	Inflammation i membran som omger foster (Vedovato et al., 2014).
Hyponatremi	Lågt natriumhalt i blodet (Belfrage Förlag, 2015b).
Hypoxi	Syrebrist i vävnader (Belfrage Förlag, 2015a).
Hyperbilirubinemi	Förhöjda nivåer av bilirubin i blodet (Lindskog & Lindskog, 2011).
IVH	Intraventrikulär blödning – Blödningar i vätskefyllda områden i hjärnan (Olobot, 2014).
Kardiomyopati	Hjärtmuskelsjukdom (Lindskog & Lindskog, 2011).
Kraniofaciala dysmorphism	Kraniofacial missbildning (The free dictionary, 2015).
Meningit	Hjärnhinneinflammation (Lindskog & Lindskog, 2011).
PCA	Post- Conceptual Age, födelsevecka plus levnadsvecka (Medical Center, 2015).
PDA	Patent Ductus Arteriosus, ett hjärtfel som beror på att förbindelsen mellan lungpulsådern och den stora kroppspulsådern inte sluter sig utan står "öppen" (National institute of health, 2015).
PDA ligation	Kirurgisk reparation för barn med PDA (Olob, 2014).
Perinatal	Tiden före/efter förlossning (Belfrage Förlag, 2015b).
PPROM	Preterm prelabour rupture of membranes) - Prematur hinnbristning. Hinnbristning som kan ske mellan fostervecka 24-37.
ROM	Rupture of membranes. Hinnbristning före förlossning (Medscape, 2015).

ROP	Retinopathy Of Prematurity – En skada på ögat som orsakas av blodkärl som vuxit felaktigt och orsakat ärrbildningar på näthinnan (Crafoord, 2006).
Sepsis	Blodförgiftning (Lindskog & Lindskog, 2011).

## **1.0 BAKGRUND**

### **1.1 Inledning**

Barn som vårdats på neonatalavdelning löper större risk för att utveckla sensorineural hörselnedsättning, dels på grund av negativa effekter orsakade exempelvis ototoxiska läkemedel och dels: hyperbilirubinemi i samband med för tidig födsel (Martínez-Cruz, Poblano, & Fernández-Carrocer, 2008). För tidigt födda barn har ofta minst en riskfaktor för hörselnedsättning, i många fall finns fler riskindikationer som kan influera till hörselnedsättning. Dessutom är 25:e graviditetsveckan upp till sex månaders ålder en väldigt kritisk period för hörselsystemets mognad (Graven & Browne, 2008). Vi vill därför genom denna litteraturstudie utreda vad det kan finnas för kopplingar mellan hörselnedsättning och för tidig födsel, typ och grad av hörselnedsättning, hur den auditiva mognaden kan påverkas av för tidig födsel samt riskfaktorer.

### **1.2 Definition för tidig födsel**

En fullgången graviditet varar i 37-42 (graviditets)veckor, ifrån moderns sista menstruation. Barn som föds innan vecka 37 bedöms som för tidigt födda barn. Barn som föds för tidigt kan delas in i tre grupper efter födelsevecka, extremt för tidigt födda barn, mycket för tidigt födda barn och måttligt för tidigt födda barn (Blencowe et al., 2012).

Extremt för tidigt födda (<28 veckor)

Mycket för tidigt födda (28 till <32 veckor)

Måttligt för tidigt födda (32 till <37 veckor).

En annan indelning av för tidigt födda barn är efter födelsevikt. De kategoriseras då som låg, mycket låg och extremt låg födelsevikt (Tucker & McGuire, 2004).

Extremt låg födelsevikt (< 1000 g)

Mycket låg födelsevikt (< 1500 g)

Låg födelsevikt (< 2500 g)

### **1.3 Incidens och riskfaktorer för tidig födsel**

För tidig födsel inträffar mellan fem till tio procent / år i de flesta i-länder. (Chatterjee, Gullam, Vatish, & Thornton, 2007). En för tidig förlossning kan bero på intrauterin tillväxthämning, antepartum haemorrage (APH), cervikalkomplikationer, missbildning i livmoder, flerbörd, rupture membrane (ROM) preterm prelabour rupture of membranes (PPROM) högt blodtryck under graviditet samt spontan för tidig förlossning som är den vanligaste gruppen (Tucker & McGuire, 2004). Spontan för tidig förlossning kan bland annat bero på infektion, stress näringsbrist (Steer, 2005). Hörselnedsättning förekommer mellan 2-15% bland de barn som är för tidigt födda (Zimmerman & Lahav, 2013).

### **1.4 Riskkriterier-faktorer för hörselnedsättning hos spädbarn**

För tidigt födda barn har ofta minst en riskfaktor för hörselnedsättning, i många fall finns fler riskindikationer som kan bidra till hörselnedsättning, vilket inkluderar följande: (Joint Committee on Infant Hearing, 2007)

- Neonatal vård mer än fem dagar
- Avancerad neonatal behandling, EMCO, assisterad ventilation, ototoxiska läkemedel (gentamycin och tobramycin samt loop diuretika (furosemide/Lasix) och hyperbilirubinemi som kräver blodtransfusion.
- Infektioner under graviditeten, som CMV, herpes, rubella, syphilis, och toxoplasmos.
- Ototoxiska läkemedel
- Kemoterapi
- Odlingsspositiva svåra infektioner till exempel meningit
- Missbildningar i huvud hals området, även det som involverar ytteröra, hörselgång och avvikelser vid temporalben.
- Syndrom och sjukdomar som kan omfatta hörselnedsättning
- Fysiska fynd associerat med syndrom som inkluderar sensorineural eller permanent konduktiv hörselnedsättning.
- Familjehistoria av barndomshörselskada
- Huvudtrauma speciellt basal skall/temporalbensfraktur som kräver sjukhusvård.
- Födelsevikt under 1500g (Roeser et al., 2007)

Utav dessa riskfaktorer kan följande bidra till hörselnedsättning då ett barn är för tidigt fött:

- Neonatal vård mer än fem dagar
- Avancerad neonatal behandling, EMCO, assisterad ventilation, ototoxiska läkemedel (gentamycin och tobramycin samt loop diuretika (furosemide/Lasix) och hyperbilirubinemi som kräver blodtransfusion.
- Infektioner under graviditeten, som CMV, herpes, rubella, syphilis, och toxoplasmos.
- Ototoxiska läkemedel
- Familjehistoria av barndomshörselskada
- Födelsevikt under 1500g



### **1.4.1 Hörselscreening**

En av riskfaktorerna vid en för tidig födsel är vård på neonatalavdelning mer än fem dagar. Den säkraste metoden för att screena denna grupp är med automated auditory brainstem response (aABR) 35 dB nHL (Straaten, 1999). I Göteborg hörselscreenas alla barn som vårdats på neonatalavdelning mer än fem dagar med aABR på 35 dB nHL, enligt E. Börjesson (personlig kommunikation, 17 februari 2015). Eftersom permanent bilateral eller ensidig hörselnedsättning kan påverka taligenkänning är rekommendationerna för screening att nivån bör ligga mellan 30-40 dB. Det är större andel barn som inte går igenom screeningen på neonatalvården jämförelse med de barn som vårdas på BB, vilket kan bero på flera orsaker. Miljön som screeningen utförs i kan påverka resultatet och förekomst av öroninflammation med vätska bakom trumhinnan är högre hos barn som vårdats på neonatalavdelning (Roeser et al., 2007).

### **1.5 Hörselsystemets utveckling**

Den anatomiska och psykologiska mognaden av vårt hörselsystem är en central del för tal- språk- kommunikationsutveckling (Pereira, Martins, Vieira, & Azevedo, 2007). En fullgången graviditet är 37-42 veckor (Blencowe et al., 2012) och om ett barn föds tidigare är det auditiva systemet fortfarande under utveckling (Gallo, Dias, Pereira, Azevedo, & Sousa, 2011).

Örats utveckling är en process (se tabell 1) som börjar i fostervecka 4-18 då utvecklingen utav gälbgångarna bildar en formation utav strukturer i yttre och mellanörat. Dessa strukturer är viktiga för utveckling av yttreöra, hörselgång, trumhinna, mellanörat, örontrumpeten och hörselbenen. Samtidigt som detta sker börjar utvecklingen av innerörat. Ytter- mellan- och innerörat utvecklas ifrån skilda celledelningsvävnader (Northern, Downs, & Hayes, 2014). Människans hörselorgan kan ta emot ljudinformation redan vid fostervecka 26 vilket bland annat påvisats från en studie ifrån Birnholz (1983) där man undersökte hur foster i magen reagerade med ögonlockrörelser på pulserande lågfrekventa ljud. I fostervecka 34 har innerörat nått sin fulla storlek. Den neurosensoriska delen av hörselsystemet har en kritisk period som sträcker sig mellan fostervecka 25 till då barnet är ungefär ett halvår (Graven & Browne, 2008).

### **1.5.1 Ytterörat**

Utvecklingen att ytterörat och hörselgången börjar ske i vecka fyra och utgår ifrån första och andra gälbågen som uppkommer ifrån cellagret endoderm. Ytterörat har sitt ursprung i nacken och flyttar sig uppåt till käk höjd under ytterörats utveckling. Ytterörat får sin form genom att gälbågarna svullnar upp och bildar sex stycken kullar. Varje kulle kommer utgöra sin plats på ytterörat det vill säga den första kullen kommer utgöra tragus och de andra kullarna kommer ha sin plats för formationen av strukturen av ytterörat (Northern et al., 2014). Hörselgången bildas genom att den söker sig i riktning inåt i trumhålan och i vecka åtta har hörselgången närmast sig till det som ska bilda mellanörat (Wright, 1997). Slutligen blir ytterörat igenkännbart i vecka 18. Hörselgången öppnas vecka 20 och har en direkt förbindelse med mellanörat. Den yttre hörselgången kommer fortsätta växa till nio års ålder. Missbildningar av ytteröra som kan uppstå såsom preaurikulär fistel eller tagg, smal hörselgång eller atresia (stängd hörselgång) och microtia (avvikande form av ytterörat) (Northern et al., 2014)

### **1.5.2 Mellanörat**

Mellanörat börjar skapas i tredje veckan, då sker det en utbuktning för mellanörats hålrum och örontrumpet. Detta utvecklas ifrån första gälfickan som utgår ifrån cellagret endoderm och ligger mellan första och andra gälfåran. Hörselbenen incus, malleus och stapes utgår ifrån två stycken broskanlag som heter Meckel's och Richert's brosk som uppkommer ifrån första och andra gälfåran. Hörselbenen utvecklas först av alla ben i kroppen och har redan i åttonde veckan utvecklas till sin fullvuxna (Northern et al., 2014). Cellsystemet i mastoidutskottet börjar utvecklas runt vecka 34 och blir färdigutvecklat i puberteten (Arlinger, 2007). Hörselgången och mellanörehålan fortsätter sin tillväxt till 9-10 års ålder. Missbildning i mellanörat sker oftast under graviditetsvecka 1-12 och kan innebära att hörselben saknas eller är deformerade. Även outvecklad örontrumpet, mellanörekavititet och cellsystemet i mastoid kan förekomma (Northern et al., 2014)

### **1.5.3 Inneröra**

Innerörats strukturer utvecklas ifrån ektoderm genom en förtjockning där det bildas en örongrop, detta sker i vecka fyra. Därefter börjar förtjockningarna vikas inåt och bilda en otocyst, den delas upp till två stycken öronblåsor som utgör två hinnsäckar. Detta sker från vecka fem till vecka 11 (Ulfig & Wilhelms, 2012). Den ena hinnsäckarna kommer utgöra sacculus och den andra utriculus som i sin tur ger anlag för bågångarna. Cochlean börjar att ta form i vecka sex. I vecka åtta har cochlean ett och ett halvt varv och i vecka nio är cochlean

utvecklad med två och ett halvt varv. (Northern et al., 2014). Utvecklingen av hårcellerna som finns i cochlean börjar mellan fostervecka 10-12. Det är de inre hårcellerna som utvecklas först, runt vecka 22 utvecklas de yttre hårcellerna. Hörselorganet kan ta emot ljudinformation i fostervecka 25-29, då har gangliecellerna i cochlean fått kontakt med de inre hårcellerna vilket leder signalen upp till hjärnan till auditiva cortex. I vecka 34 har innerörat nått sin fulla utveckling. Det optimala för cochleans tonotopiska utveckling är en gradvis exponering av lågfrekventa ljud, och efter hand även högfrekventa ljud. När fostret ligger i magen så omges barnet av moderkakan och vätska vilket filtrerar högfrekventa ljud och cochlean skyddas under tiden som sinnescellerna utvecklas (fostervecka 26-30) (McMahon, Wintermark, & Lahav, 2012).

### 1.5.4 Tabell 1 - Örats embryologiska utveckling

Tabellen nedan beskriver utveckling av inneröra, mellanöra och ytteröras under fostertiden.

Fostervecka	Innerörat	Mellanörat	Ytterörat
<b>Tredje</b>	Örongrop bildas.	Bildas en utbuktning för mellanörehålan (Tubotympanic).	
<b>Fjärde</b>	Otocyst bildas.		Förtjockningen av cellvävnaden börjar att formas.
<b>Femte</b>			Öppningen för ytterörat formas.
<b>Sjätte</b>	Otocysten delas upp i två hinnsäckar, utriculus och sacculus. Båggångarna bildas.		Sex stycken kullar svullnar upp och börjar forma sig till ett ytteröra.
<b>Sjunde</b>	Första delen av cochlean bildas, sinnesceller för balans och orientering utvecklas i utriculus och sacculus.		Ytterörat flyttas upp ifrån nacken till käkhöjd.
<b>Åttonde</b>	Hinnlabyrinten omges med brosk som sluter runt balansorganet och cochlean.	Hörselbenen hammaren (malleus) och städet (incus) utvecklas från brosk. Mellanörehålan börjar ta form.	Broskiga delen utav hörselgången utvecklas.
<b>Nionde</b>		Trumhinnan bildas. Hörselbenen har fullvuxen storlek men i broskform.	
<b>11</b>	Cochleans 2.5 varv är färdiga, och n.vestibulocochlearis innerverar genom cochlean.		
<b>12</b>	Våra sinnesceller i cochlean uppkommer, hinnlabyrinten och otiska kapseln förbenas.		
<b>13</b>			
<b>14</b>			
<b>15</b>		Stigbygel (stapes) utvecklas.	
<b>16</b>		Hammaren och städet börjar förbenas.	

<b>18</b>		Stigbygeln börjar förbenas.	
<b>20</b>	Cochlean samt innerörat att nått sin fullvuxna storlek.		Ytterörat har nått sin fullvuxna storlek, dock fortsätter ytterörat att växa till barnets nionde år.
<b>21</b>		Mellanhålrummet som har varit tillslutet öppnas. Trumhinnan synlig.	Hörselgången är utvecklad, den fortsätter att bli fullt utvecklad till barnets sjunde år.
<b>25</b>	Hörselorganet börjar fungera mellan vecka 25-29.		Under utveckling.
<b>29</b>	Hörselorganet har sin fulla funktion. Gangliecellerna i cochlean har fått kontakt med de inre hårcellerna, vilket leder signalen upp till auditiva cortex.		Under utveckling.
<b>30</b>		Mellanörat blir luftfyllt istället för vätskefyllt.	Under utveckling.
<b>32</b>		Hammaren och städet helt färdigutvecklade.	Under utveckling.
<b>34</b>	I vecka 34 har hörselorganet nått sin fulla utveckling.	Cellsystemet i mastoidutskottet utvecklas	Under utveckling.
<b>35</b>		Mastoidens antrum blir luftfyllt.	Under utveckling.
<b>37</b>		Mellanörat är nu helt fri från vätska. Stigbygeln fortsätter växa tills vuxen ålder. Trumhinnan ändrar position under de två första levnadsåren. Hörselgången och mellanörehålan fortsätter tillväxt till 9-10 års ålder. Cellsystemet fortsätter utvecklas till puberteten.	Under utveckling.

(Arlinger, 2007; Northern et al., 2014; Ulfvig & Wilhelms, 2012; Wright, 1997)

## 2.0 SYFTE

Syftet med denna litteraturstudie är att göra en sammanställning av studier som är inriktade på barn som är födda 25-37 graviditetsveckan och kopplingen för att drabbas av hörselnedsättning  $\geq 35$  dB nHL. Samt vilket typ och grad som är vanligast.

### 2.1 Specifik frågeställning

- Finns det någon koppling mellan hörselnedsättning  $\geq 35$  dB nHL och barn födda mellan graviditetsvecka 25-37?
- Vilka är riskfaktorerna för hörselnedsättning på  $\geq 35$  dB nHL bland barn födda mellan graviditetsvecka 25-37?
- Vilken typ och grad av hörselnedsättning är vanligast bland för tidigt födda barn som är födda mellan graviditetsvecka 25-37?

## 3.0 MATERIAL & METOD

Datainsamling för denna litteraturstudie var sökning av artiklar via databaserna Pubmed och Scopus under februari 2015. Artiklarna granskades efter urvalskriterier och sammanställdes gemensamt, vi har använt 16 artiklar till vårt resultat. Urvalskriterier var:

1. Artiklar publicerade från år 2000 till 2015
2. Studier med för tidigt födda barn som deltagare, barnen var födda mellan graviditetsvecka 25-37.
3. Deltagarna i studierna som tagits med visar nedsatt hörsel på  $\geq 35$  dB nHL eller  $\geq 35$  dB HL utifrån icke godkänd hörselscreening med aABR eller TEOAE med klickstimuli som är icke frekvensspecifikt.
4. Vi exkluderade deltagare med genetiska avvikelser eller missbildning.

Utifrån ovanstående kriterier har vi granskat 16 artiklar totalt. Vi har valt att definiera hörselnedsättning som 35 dB nHL eller mer eftersom rekommendationer för hörselscreening är en nivå mellan 30-40 dB. Hörselnedsättning över dessa nivåer kan påverka taligenkänning för barn (Roeser et al., 2007).

### 3.1 Tabell 2 – Databaser

Tabellerna nedan redovisar databas, sökord och antal valda artiklar till resultatet. Vi har läst alla träffars sammanfattning och därefter sållat ut artiklar till resultat. Två artiklar fann vi ifrån en annan artikels referenslista. Inom parantes visas avgränsningar som användes.

Pubmed	Sökord	Antal träffar	Antal valda till resultat
1	Preterm and hearing loss (10 years)	114	5
2	Infant, low birth weight and hearing loss (10 years, free full text, English)	26	4
3	Hearing impairment and neonatal intensive care unit (Clinical Trial, Journal article, 10 years, free full text, English)	33	1
4	Gestational age, neonatal hearing (10 year, English)	119	1
5	Preterm infants, hearing threshold (10 years, English)	24	1
Sammanlagt			11

Scopus	Sökord	Antal träffar	Antal relevanta
1	Premature infants, hearing loss,risk factors (English, 2000-2013, Article)	79	2
2	Conductive hearing loss,preterm infants (English, 2000-2013, Article)	3	1
Sammanlagt			3

Artiklar från referenslista	2
-----------------------------	---

### 4.0 RESULTAT

Här nedan redovisas födelsevecka och grad av hörselnedsättning utifrån nio artiklar.

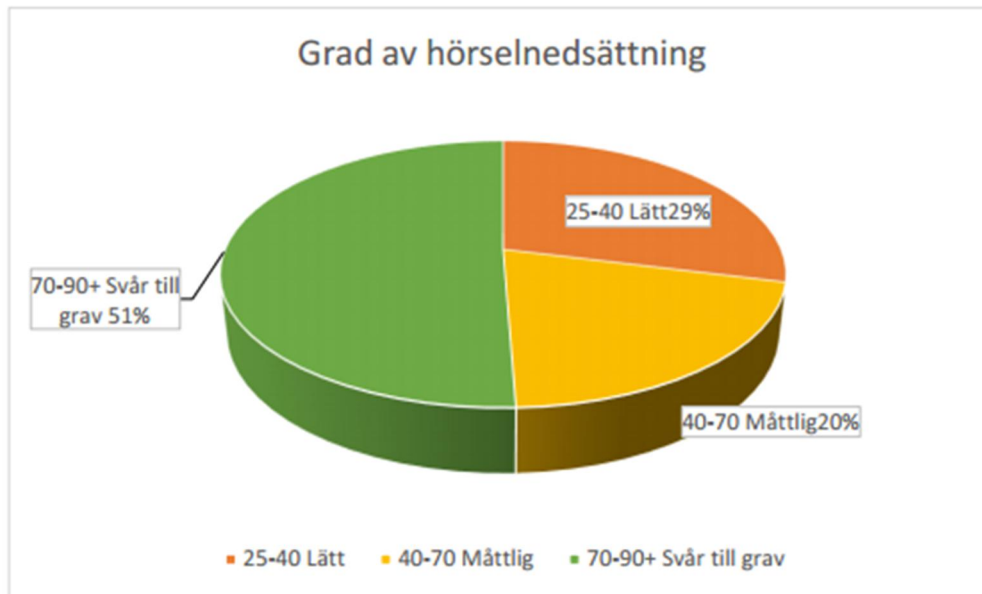
#### 4.1 Tabell 3 - Grad av hörselnedsättning bland för tidigt födda barn

Artikel	Antal barn med hörselnedsättning	Födelsevecka	Grad av hörtrösklar
<i>Hyponatremia and Sensorineural Hearing Loss in Preterm Infants</i>  (Ertl et al., 2001)	22	26-34	10 barn $\geq 30$ dB nHL 8 barn $\geq 50$ dB nHL 4 barn $\geq 70$ dB nHL
<i>Impact of Gestational Age on Neonatal Hearing Screening in Vaginally-Born Late-Preterm and Early-Term Infants</i>  (Smolkin et al., 2013)	14	35-37	$\geq 35$ dB nHL
<i>Low prevalence of hearing impairment among very low birthweight infants as detected by universal neonatal hearing screening</i>  (Ari-Even Roth et al., 2006)	10	24-37	$\geq 35$ dB nHL
<i>Postnatal risk factors associated with hearing loss among high-risk preterm infants: tertiary center results from Turkey</i>  (Eras et al., 2014)	19	$\leq 32$	5 med 26-40 dB HL 5 med 41-55 dB HL 2 med 71-90 dB HL 7 med $\geq 91$ dB HL
<i>Permanent Bilateral Sensory and Neural Hearing Loss of Children After Neonatal Intensive Care Because of Extreme Prematurity: A Thirty-Year Study</i>	40	$\leq 28$	16 med 26 - 55 dB HL 24 med 71 till $\geq 90$ dB HL



<i>(Robertson, Howarth, Bork, &amp; Dinu, 2009)</i>			
<i>Hearing Loss by Week of Gestation and Birth Weight in Very Preterm Neonates</i>  <i>(van Dommelen, Verkerk, &amp; van Straaten, 2015)</i>	318 bilateral 85 ensidig	24-32	≥35 dB nHL Prevalensen för hörselnedsättning ökade vid lägre födelsevecka, från födelsevecka 31-24.
<i>Auditory Maturation in Premature Infants: A Potential Pitfall for Early Cochlear Implantation</i>  <i>(Hof et al., 2013)</i>	14	26-34	Vid sista mätningen visar 2 barn 20 dB nHL 1 barn 25 dB nHL 1 barn 25-35 dB nHL 2 barn 30 dB nHL 2 barn 50 dB nHL 1 barn 60 dB nHL 1 barn 70-90 dB nHL 4 barn 105 dB nHL
<i>Changes in brainstem auditory response threshold in preterm babies from birth to late term</i>  <i>(Ping &amp; Jiang, 2013)</i>	268	30-42	Hörtrösklarna visade 23 dB nHL över fullvuxen hörtröskel då barn är post-conceptual age (PCA, födelse plus levnadsvecka) 30. Med ökad ålder förbättrades hörtrösklarna, 1.24 dB i veckan då barnet är PCA 30-36 och 0.65 dB från PCA 30-42. Vid den sista mätningen som var PCA 42 visade 24 barn hörtrösklar över 20 dB nHL.
<i>Delayed auditory pathway maturation and prematurity</i>  <i>(Koenighofer, Parzefall, Ramsebner, Lucas, &amp; Frei, 2014)</i>	6	25-35	3 barn visade hörtrösklar mellan 20-40 dB. 2 barn visade 41-70 dB och 1 barn visade över 95 dB. Ett av dessa barn hade hörtrösklar inom 20 dB nHL efter 14 månader. Första mätning visade 70 dB nHL vilket betyder att det skett en stor förbättring.

Spädbarn födda mellan 25-37 graviditetsveckan visade varierande grad av hörselnedsättning (Se tabell 3). Artiklarna inkluderar 510 spädbarn. Många barn exkluderades eftersom barnen (427) i dessa studier endast hörselscreenats på  $\geq 35$  dB. Sammanlagt var det 83 barn där det gick att urskilja grad av hörselnedsättning. Utifrån artiklarna visade 24 barn lätt hörselnedsättning, 29 barn måttlig hörselnedsättning och 51 barn svår till grav (se figur 1).



**Figur 1: Cirkeldiagram -grad av hörselnedsättning hos för tidigt födda barn.**

I de studier där det gick att urskilja grad av hörselnedsättning var det flest barn som visade hörtrösklar 70 till  $\geq 90$  dB nHL vilket definieras som svår till grav hörselnedsättning (Roeser et al., 2007).

van Dommelen et al. (2015) menar att prevalensen för hörselnedsättning ökar vid lägre födelsevecka, från födelsevecka 31-24. I studien ingick 18606 barn där 403 barn (2.2 %) fick en icke godkänd aABR screening. Smolkin et al. (2013) konstaterar att det är vanligt att för tidigt födda inte går igenom den första hörselscreeningen om mätningen utförs innan barnet är 42 timmar, jämfört med barn som är födda efter graviditetsvecka 37.

Barn som är födda innan graviditetsvecka 37 kan uppvisa hörtrösklar vid födseln som sedan förbättras varje vecka fram till post-conceptional age (PCA, födelsevecka plus levnadsvecka) 42. Ping and Jiang (2013) menar att hörtröskeln ökar 1.24 dB i veckan då barnet är PCA 30-36 och 0.65 dB från PCA 30-42 veckor.

Hörtrösklar kan även förbättras långt efter födsel i vissa fall. Ett barn, fött vid graviditetsvecka 32 visade vid första ABR mätning hörtrösklar på 70 dB nHL. Efter 14 månader blir resultatet däremot 20 dB nHL (Koenighofer et al., 2014)

Även Hof et al. (2013) påvisade i sin studie förändrade hörtrösklar under tid. Vid första ABR mätning på 14 barn födda mellan graviditetsvecka 26-34 visade 10 barn trösklar mellan 70-105 dB nHL och fyra barn trösklar mellan 40-60 dB nHL. Vid sista mätning visade det sig att nio av barnen hade fått förbättrade trösklar. Sex av barnen visade  $\leq 35$  dB nHL vid sista mätning. Första mätningen gjordes PCA 33 och den sista mätningen gjordes PCA 47. Ett av barnen född vecka 34 visade vid första mätning trösklar på 105 dB nHL. Detta förbättrades till mellan 20-30 dB nHL och var stabilt i fyra år. Därefter försämrades hörtrösklarna till 50 dB nHL.

Nedan redovisas riskfaktorerna vi fann utifrån 11 studier.

**4.2 Tabell 4 - Riskfaktorer för hörselnedsättning vid för tidig födsel**

Artikel	Antal med diagnostiserats med hörselnedsättning	Riskfaktorer	Går att urskilja/inte
<p><i>Evaluation of Very Low Birth Weight (<math>\leq 1500</math> g) as a Risk Indicator for Sensorineural Hearing Loss</i></p> <p><i>(Borkoski-Barreiro, Falcón-González, Limiñana-Cañal, &amp; Ramos-Macías, 2013)</i></p>	22	<p>12 barn med endast födelsevikt under 1500g.</p> <p>6 barn med födelsevikt under 1500g, ototoxisk medicinering och hyperbilirubin.</p> <p>3 barn med födelsevikt under 1500g, ototoxiska läkemedel, asfyxi.</p> <p>Ett barn med födelsevikt under 1500g, ototoxiska läkemedel, medfödd kardiomyopati (hjärtmuskelsjukdom).</p>	Födelsevikt under 1500g kan vara en indikator till sensorineural hörselnedsättning och kan även ha samband med ytterligare en eller två riskfaktorer.
<p><i>Prevalence and independent risk factors for hearing loss in NICU infants</i></p> <p><i>(Hille et al., 2007)</i></p>	71	<p>Asfyxi</p> <p>Respirator mer än 5 dagar</p> <p>Ototoxiska läkemedel</p> <p>Hyperbilirubin</p> <p>Kranofaciala avvikelser</p> <p>Medfödda infektioner</p> <p>Heriditet</p>	<p>De enskilda riskfaktorerna för hörselnedsättning som går att urskilja är asfyxi och respirator mer än 5 dagar.</p> <p>De andra riskfaktorerna som jämfördes är antagligen inte enskilda risker (eftersom de inte resulterade i signifikant ökad risk för hörselnedsättning).</p>
<p><i>Low prevalence of hearing impairment among very low birthweight infants as detected by universal neonatal hearing screening</i></p>	10	<p>Bronchopulmonary dysplasia</p> <p>Low Apgar score</p>	Bronchopulmonary dysplasia och low Apgar score var de vanligaste orsakerna till konduktiv hörselnedsättning.

<i>(Ari-Even Roth et al., 2006)</i>			
<i>Postnatal risk factors associated with hearing loss among high-risk preterm infants: tertiary center results from Turkey</i>  <i>(Eras et al., 2014)</i>	33	Sepsis Respirator mer än 5 dagar Loop diuretics PDA ligation Operation för ROP (Retinopathy Of Prematurity)	Faktorerna går inte att urskilja. De som ökade risk för hörselnedsättning är: sepsis, respirator mer än 5 dagar, loop diuretics, PDA ligation och operation för ROP.
<i>Incidence and Impact of CMV Infection in Very Low Birth Weight Infants</i>  <i>(Turner, Lee, Boppana, Carlo, &amp; Randolph, 2014)</i>	10 av 12 som testats positivt för CMV.	CMV Födelsevikt under 1500g	CMV infektion är associerat med sensorineural hörselnedsättning hos för tidigt födda barn med födelsevikt under 1500g.
<i>Permanent Bilateral Sensory and Neural Hearing Loss of Children After Neonatal Intensive Care Because of Extreme Prematurity: A Thirty-Year Study</i>  <i>(Robertson et al., 2009)</i>	40	Låg socioekonomisk status Syrgasbehandling PDA ligation Gastrointestinal operation (mag-tarm)	Syrgasbehandling var den mest signifikanta faktorn för permanent hörselnedsättning totalt sett och även för svår/grav hörselnedsättning. Studien menar att permanent hörselnedsättning kan associeras med andra funktionsnedsättningar, och som resultat av för tidig födsel $\leq 28$ .
<i>Hyponatremia and Sensorineural Hearing Loss in Preterm Infants</i>  <i>(Ertl et al., 2001)</i>	7	Hyponatremi	Aminoglykosid och hyponatremi är variabler som är signifikant kopplade till sensorineural hörselnedsättning.
<i>Conductive hearing loss in preterm infants with bronchopulmonary dysplasia</i>	14 av 68 med BPD	BPD (Bronkopulmonell dysplasi)	BPD ökar risken för konduktiv hörselnedsättning under det första levnadsåret.

<i>(Gray, Sarkar, Young, &amp; Rogers, 2001)</i>			
<i>Hearing Loss by Week of Gestation and Birth Weight in Very Preterm Neonates</i>  <i>(van Dommelen et al., 2015)</i>	318 bilateral 85 ensidig	Födelsevikt Födelsevecka	Födelsevikt och födelsevecka är enskilda riskindikationer för hörselnedsättning.
<i>Auditory Maturation in Premature Infants: A Potential Pitfall for Early Cochlear Implantation</i>  <i>(Hof et al., 2013)</i>	14	Ototoxiska läkemedel (gentamycin, vancomycin) Meningit IVH (Intraventriculär blödning) Muskelkramper	Visar ingen enskild riskfaktor, men att ett omoget hörselsystem kan ge tillfällig hörselnedsättning.
<i>Sensorineural hearing loss in very low birth weight infants with histological chorioamnionitis</i>  <i>(Vedovato et al., 2014)</i>	19	Födelsevikt under 1500g HCAM PDA ligation Low apgar score Postnatala stereoider	Low Apgar score, postnatala steroider och PDA ligation visade sig signifikant med sensorinerual hörselnedsättning, HCAM var inte det.

Utifrån de granskade artiklarna finns följande riskfaktorer som kan orsaka hörselnedsättning då ett barn är för tidigt fött:

- Low Apgar score
- Postnatala steroider
- PDA ligation
- CMV infektion och födelsevikt under 1500g
- Aminoglykosid och hypotremi
- Andra funktionsnedsättningar, och som resultat av för tidig födsel  $\leq 28$
- Hörselsystem som är under utveckling kan ge tillfällig hörselnedsättning
- ROP (retinopathy of premature)
- Sepsis
- Respirator mer än fem dagar
- Loop diuretics
- Födelsevikt under 1500g
- Syrgasbehandling

Riskfaktorer som enskilt kan orsaka hörselnedsättning:

- Födelsevikt, ökad prevalens för hörselnedsättning för födelsevikt från  $\geq 1500$  g till  $< 750$  g
- Födelsevecka, ökad prevalens för hörselnedsättning från födelsevecka 31 to 24
- Asfyxi
- Respirator mer än fem dagar.
- BPD (Bronkopulmonell dysplasi) ökar risken för konduktiv hörselnedsättning under det första levnadsåret.

I en undersökning (Borkoski-Barreiro et al., 2013) diagnostiserades 22 stycken spädbarn med sensorineural hörselnedsättning. Studien undersökte om enbart födelsevikt under 1500g i sig är en riskfaktor till sensorineural hörselnedsättning bland för tidigt födda barn. Borkoski-Barreiro et al. (2013) konstaterade att födelsevikt under 1500g kan vara en indikator till sensorineural hörselnedsättning eftersom de flesta av barnen enbart hade det som riskfaktor. Låg födelsevikt kan även ha samband med ytterligare en eller två riskfaktorer. De andra riskfaktorerna är:

- Ototoxisk medicinering och hyperbilirubin.
- Ototoxiska läkemedel och asfyxi.
- Ototoxiska läkemedel, medfödd kardiomyopati (hjärtmuskelsjukdom)

Födelsevikt och födelsevecka är enskilda riskfaktorer för neonatal hörselnedsättning menar van Dommelen et al. (2015) eftersom prevalensen för hörselnedsättning ökade med minskad födelsevecka och födelsevikt.

Även Hille et al. (2007) undersökte enskilda riskfaktorer för sensorineural hörselnedsättning bland för tidigt födda barn. Riskfaktorerna som jämfördes var: asfyxi, respirator mer än fem dagar, ototoxiska läkemedel, hyperbilirubin, kranofaciala avvikelser, medfödda infektioner och hereditet. Resultat visade att de enskilda riskfaktorerna för hörselnedsättning som går att urskilja är asfyxi och respirator mer än fem dagar. De andra riskfaktorerna som jämfördes bedömdes inte som enskilda risker eftersom de inte resulterade i signifikant ökad risk för hörselnedsättning.

Syrgasbehandling var totalt sett den mest signifikanta faktorn för permanent sensorineural hörselnedsättning och även graden av svår/grav nedsättning visade undersökningen gjord av Robertson et al. (2009). I studien fann man även andra riskfaktorer, låg socioekonomisk status, PDA (hjärtfel) och gastrointestinal (mag-tarm) operation. Permanent hörselnedsättning kunde associeras med andra funktionsnedsättningar, och som resultat av för tidig födsel  $\leq 28$  (Robertson et al., 2009).

BPD ökar risk för konduktiv hörselnedsättning (otitis media) hos för tidigt födda barn under deras första levnadsår (Gray et al., 2001).

En annan undersökning (Ari-Even Roth et al., 2006) fastställer att BPD och low Apgar score är de vanligaste orsakerna till konduktiv hörselnedsättning.

I Ertl et al. (2001) studie bekräftas att hyponatremi kan influera till hörselnedsättning i samband med andra riskfaktorer. Aminoglykosid och hypotremi är variabler som är signifikant kopplade till sensorineural hörselnedsättning där 22 av 32 barn med hyponatremia diagnostiserades för hörselnedsättning.

Det finns riskfaktorer som efter födseln kan öka risk för hörselnedsättning bland förtidigt födda barn. Faktorerna i Eras et al. (2014) studie kunde inte urskiljas men de som ökade risk för hörselnedsättning var sepsis, respirator mer än fem dagar, loop diuretics, PDA ligation och operation för ROP.

En undersökning (Hof et al., 2013) som inte kunde urskilja någon enskild riskfaktor, visade däremot att ett hörselsystem under utveckling kan ge tillfällig hörselnedsättning. Deltagarna hade i vissa av fallen behandlats med ototoxiska läkemedel (gentamycin och vancomycin) haft meningit, IVH och muskelkramper.

CMV infektion är associerat med sensorineural hörselnedsättning för barn med födelsevikt under 1500g och som är för tidigt fött (Turner et al., 2014).

Två undersökningar där ljudnivåer på neonatalavdelningar studerats är intressanta eftersom för tidigt födda barn inte är skyddade mot högfrekventa ljud på samma sätt som ett barn i magen är och därför kan exponeras för buller som skulle kunna vara skadligt för ett omoget hörselsystem (McMahon et al., 2012). Lasky and Williams (2009) undersökte ljudnivåer för barn som väger upp till 1000g under deras vistelse på neonatalavdelning. Studien utredde ljudnivåer samt vilka faktorer som influerade till buller. Barnen som följdes vårdades på neonatalavdelning och vägde upp till 1000g. Ljus och ljudnivåer mättes i miljöer där barnen vårdades under en veckas tid. Resultatet visade att bullernivåerna ökade för varje vecka, vilket berodde på byte av säng och respiratorsystem för barnen. De äldsta kuvöserna var de mest bullriga av alla sängtyper som mättes. Ljudnivåerna överskred rekommendationerna <45



dB(A) ("Committee on Environmental Hazards. Noise pollution: neonatal aspects," 1974). Enligt studien saknar rekommendationerna bevis och fler studier inom detta område behövs, speciellt på effekten av buller för den studerande gruppen.

En annan studie (Pinheiro, Guinsburg, Nabuco, & Kakehashi, 2011) undersökte ljudnivåer på neonatalavdelning och i kuvös under en vecka. Även i denna studie överskreds rekommendationerna <45 dB(A) (World Health Organization (WHO), 1999).

Nedan presenteras tre grupper utifrån tio artiklar. Den första gruppen redovisar misstänkt sensorineural hörselnedsättning vid födsel. I den andra gruppen ingår de barn som visat förändrad sensorineural hörsel efter födsel, både förbättrade och försämrade hörtrösklar. Den tredje gruppen visar konduktiv hörselnedsättning.

#### 4.3 Tabell 5 - Typ av hörselnedsättning bland för tidigt födda

Artikel	Sensorineural hörselnedsättning vid födseln.	Sensorineural hörselnedsättning med förändring efter födsel.	Konduktiv hörselnedsättning	Totalt diagnostiserade för hörselnedsättning
<i>Evaluation of Very Low Birth Weight (<math>\leq 1500</math> g) as a Risk Indicator for Sensorineural Hearing Loss (Borkoski-Barreiro et al., 2013)</i>	7 barn bilateral sensorineural hörselnedsättning. 1 barn unilateral sensorineural hörselnedsättning.		10 barn ensidig konduktiv hörselnedsättning. 4 barn bilateral konduktiv hörselnedsättning.	22
<i>Low prevalence of hearing impairment among very low birthweight infants as detected by universal</i>	1		9	10

<i>neonatal hearing screening</i>  <i>(Ari-Even Roth et al., 2006)</i>				
<i>Permanent Bilateral Sensory and Neural Hearing Loss of Children After Neonatal Intensive Care Because of Extreme Prematurity: A Thirty-Year Study</i>  <i>(Robertson et al., 2009)</i>	24 1 auditiv neuropati	4 barn visade bilateral hörselnedsättning efter födseln. 11 progredierande.		40
<i>Hyponatremia and Sensorineural Hearing Loss in Preterm Infants</i>  <i>(Ertl et al., 2001)</i>	22	15 gick senare igenom TEOAE.		7
<i>Conductive hearing loss in preterm infants with bronchopulmonary dysplasia</i>  <i>(Gray et al., 2001)</i>			14 barn som behandlades efter 12 månaders ålder, efter behandling indikerades normal hörsel för samtliga barn.	Efter behandling ingen.
<i>Impact of Gestational Age on Neonatal Hearing Screening in Vaginally-Born</i>	14 spädbarn screenades innan 48 timmar för hörselnedsättning, 3 bortfall.	8 gick igenom TEOAE efter 42 timmar.		3

<i>Late-Preterm and Early-Term Infants</i>  <i>(Smolkin et al., 2013)</i>				
<i>Auditory Maturation in Premature Infants: A Potential Pitfall for Early Cochlear Implantation</i>  <i>(Hof et al., 2013)</i>	14	För 4 barn förbättras hörtrösklar $\leq 35$ dB HL.		9
<i>Changes in brainstem auditory response threshold in preterm babies from birth to late term</i>  <i>(Ping &amp; Jiang, 2013)</i>	268	268 barn med ABR trösklar som förändrades från barnens födsel till vecka 42.		24
<i>Delayed auditory pathway maturation and prematurity</i>  <i>(Koenighofer et al., 2014)</i>	5	Resultatet från 1 av deltagarna född vecka 32 visade först en hörselnedsättning på 70 dB nHL. Vid 14 månaders ålder gjordes ABR och trösklarna visade sig vara 20 dB nHL.		4
<i>Sensorineural hearing loss in very low birth weight infants with</i>		8	11	19

<i>histological chorioamnionitis</i>  <i>(Vedovato et al., 2014)</i>				
--	--	--	--	--

Resultatet från valda studier visar 365 för tidigt födda barn med sensorineural hörselnedsättning vid födseln. Av dessa fick 296 barn förbättrade hörtrösklar vid en senare mätning. Av de 365 barnen som föddes med sensorineural hörselnedsättning diagnostiserades 98 barn med hörselnedsättning. Femton barn visade sig få sensorineural hörselnedsättning efter födseln, elva av dessa var progredierande. Konduktiv hörselnedsättning visade 39 barn, fjorton barn behandlades vid tolv månaders ålder och indikerade därefter normal hörsel. Summan av de barn som diagnostiserades med hörselnedsättning var 138, de flesta barnen visade sensorineural hörselnedsättning.

Borkoski-Barreiro et al. (2013) visade att av 14 med konduktiv hörselnedsättning var det fyra (29%) barn hade det bilateralt och tio (71%) med unilateralt. Av de sammanlagt åtta barn med sensorineural hörselnedsättning var det sju som hade det bilateralt och ett unilateralt.

En undersökning redovisar inte grad och typ av hörselnedsättning, däremot delar de upp deltagarna i bilateral och unilateral hörselnedsättning utifrån den första aABR mätningen. Av 403 barn visade 318 (79%) barn bilateral hörselnedsättning och 85 (21%) barn unilateral (van Dommelen et al., 2015).

I studien av Ari-Even Roth et al. (2006) presenteras ett barn som diagnostiserades med bilateral sensorineural hörselnedsättning. Nio barn visade konduktiv hörselnedsättning varav fem (56%) med bilateral och fyra (44%) unilateral.

En Robertson et al. (2009) visar att 11 av 40 (28%) av de för tidigt födda barnen fick progredierande hörselnedsättning. Av dessa 11 barn var det sju (64%) barn med bilateral och fyra (36%) barn med unilateral.

## 5.0 DISKUSSION

### 5.1 Metoddiskussion

Sökorden som användes var väldigt övergripande vilket gjorde att vi fick många träffar varför mer inriktade sökord hade antagligen underlättat för oss och smalnats av våra sökningar. Vi hade först tänkt använda artiklar från 2005 och framåt men insåg senare att vi ville inkludera några äldre studier och valde därför från år 2000-2015. Sökningar gav många relevanta artiklar men efter att granskat dessa mer noggrant så valdes ett flertal bort. Deltagarna skulle vara barn som var för tidigt födda, många artiklar inkluderade barn som vårdats på neonatal avdelning eller haft låg födelsevikt vilket betyder att de inte behöver vara för tidigt födda, men denna grupp ingick inte i vårt inklusionskriterium. Deltagarna skulle dessutom visa hörselnedsättning på minst 35 dB nHL och prevalensen för hörselnedsättning bland för tidigt födda barn visade sig vara låg i dessa studier, vilket inte gav så många deltagare som förväntat. Det var synd att så många deltagare endast var hörselscreenade eftersom graden av hörselnedsättning inte nämndes i dessa artiklar och eftersom hörtröskeln kan förändras efter hörselscreening för barn som är födda för tidigt.

Många studier tog inte hänsyn till missbildningar eller syndromala och genetiska sjukdomar i sina urvalskriterier vilket exkluderades. Däremot ingick en studie i resultatet där det fanns ett barn med kromosomavvikelse.

Ett flertal artiklar som hittats via sökning och i referenslistor var inte möjliga att läsa eftersom dessa inte var tillgängliga. Antagligen hade dessa studier kunnat vara till fördel och gett fler artiklar till litteraturstudiens resultat. Det fanns många relevanta artiklar från referenslistor, men dessa exkluderades eftersom de var från 80- och 90-talet. Några artiklar som verkade intressanta var inte skrivna på engelska.

Slutligen valdes 16 artiklar till resultat. Studierna utfördes i Nederländerna, Canada, England, Holland, Australien, USA, Österrike, Spanien, Ungern, Israel, Italien, Brasilien och Turkiet. I resultatet finns tyvärr inga studier ifrån Sverige vilket är synd. Det hade varit intressant att se om riskfaktorerna skiljt sig samt vad Sverige har för prevalens för hörselnedsättning bland för tidigt födda barn.

## 5.2 Resultatdiskussion

Summan av de barn som diagnostiserades med hörselnedsättning utifrån vårt resultat var 138, de flesta barnen visade sensorineural hörselnedsättning. I de flesta av studierna låg prevalensen för hörselnedsättning mellan 1.4- 4.1%. I de studier där det gick att urskilja grad av hörselnedsättning så var det flest barn som visade hörtrösklar 70 till  $\geq 90$  dB nHL vilket definieras som svår till grav hörselnedsättning (Roeser et al., 2007). Riskfaktorer för barn som är födda innan graviditetsvecka 37 är bland annat low Apgar score, PDA ligation, respirator mer än fem dagar och ett omoget hörselsystem som kan ge tillfällig hörselnedsättning.

De flesta av artiklarna har noggrant redovisat vad de använt för diagnostik. Två studier (Hille et al., 2007; van Dommelen et al., 2015) har utgått ifrån riskkriterierna från Joint Commission on Infant Hearing (2007) vilket är bra. Mindre bra var det låga deltagarantalet, mer än hälften av studierna hade mindre än 25 deltagare. Antalet låg mellan 6 och 71 deltagare som visade hörselnedsättning eller icke godkänd hörselscreening (en studie inkluderade 403 deltagare). Många studier har använt sig av kontrollgrupper eller en grupp att jämföra med (Ari-Even Roth et al., 2006; Eras et al., 2014; Ertl et al., 2001; Gray et al., 2001; Robertson et al., 2009; Smolkin et al., 2013; Turner et al., 2014; Vedovato et al., 2014) vilket känns som en bra grundtanke eftersom det går att jämföra faktorer och på så sätt få fram vilka som är associerade med de barn som har hörselnedsättning.

Vissa studier känns inte övertygande, till exempel var syftet i en studie (Borkoski-Barreiro et al., 2013) att utreda riskfaktorer för sensorineural hörselnedsättning, men de flesta deltagarna visade konduktiv hörselnedsättning. Studiens inklusionskriterier var födelsevikt under 1500g och deltagarna var alla barn som diagnostiserats med hörselnedsättning under en period, 2007-2010. En annan studie (Gray et al., 2001) drar slutsatser ifrån tillfälliga hörselnedsättningar. För tidigt födda barn uppvisa förändrade hörtrösklar vilket många artiklar inte tog hänsyn till utan räknade den första hörselscreeningen som en hörselnedsättning. Många studier beskrev inte heller grad av hörselnedsättning.

Det finns delar i resultat som kan lyftas fram, hörselscreening, hörselsystemets utveckling samt effekt av för tidig födsel och odefinierade riskfaktorer till barn som är för tidigt födda.

Smolkin et al. (2013) menar att och för tidig födsel upp till 37:e graviditetsveckan ska räknas som en riskfaktor till icke godkänd hörselscreening. Icke godkänd hörselscreening innebär att det är större risk att barn som är för tidigt födda inte går igenom den första hörselscreeningen om mätningen utförs innan barnet är 42 timmar, jämfört med barn som är födda efter

graviditetsvecka 37. När ett barn föds för tidigt försenas mognaden av hörselsystemet vilket kan förklara detta. Det är högre prevalens för omtest bland barn med födelsevikt under 1500g (Smolkin et al., 2013). Utöver omoget hörselsystem kan den högre prevalensen bero på att dessa barn oftare har mellanörepubroblematik som till exempel vätska bakom trumhinnan eller konduktiv hörselnedsättning (Cristobal & Oghalai, 2008). Gray et al. (2001) visar i sin studie 14 barn (22.1%) med vätska bakom trumhinnan vilka samtliga behandlas och därefter indikerar normal hörsel. I den andra studien (Borkoski-Barreiro et al., 2013) med deltagare som visade konduktiv hörselnedsättning presenteras dessvärre inte orsaken.

En studie (Robertson et al., 2009) visar att tio procent av barnen med hörselnedsättning fick plötslig nedsättning efter födsel och 28 procent progredierande. Enligt Weichbold, Nekahm-Heis, and Welzl-Mueller (2006) kan plötslig hörselnedsättning efter födseln bero på medicinska tillstånd runt födseln. Det kan vara tillstånd som till exempel intrauterina infektioner och asfyxi eftersom dessa faktorer kan skada innerörats utveckling under en tid. Barnet visar därför normal hörsel vid födsel men får efter hand en försämring. Progredierande hörselnedsättning är antingen ärftliga eller knutna till syndrom och neurodegenerativa störningar. Enligt Cristobal and Oghalai (2008) kan anledning till hörselnedsättning efter födsel vara ototoxiska läkemedel, hypoxia och hyperbilirubinemi. Utifrån dessa studier (Cristobal & Oghalai, 2008; Weichbold et al., 2006) bör barn med dessa riskfaktorer eller medicinska tillstånd eventuellt följas upp efter hörselscreening även om de blir godkända då eventuell hörselnedsättning kan visa sig då barnet blir äldre.

I de studier där det går att urskilja grad av hörselnedsättning bland för tidigt födda barn (se tabell 3) visade flest barn hörtrösklar 70 till  $\geq 90$  dB nHL vilket definieras som svår till grav hörselnedsättning (Roeser et al., 2007). Detta skiljer sig från studien av Mehl and Thomson (2002) där antal barn med måttlig hörselnedsättning och svår/grav var ungefär lika. Totalt 86 barn med hörselnedsättning deltog, måttlig hörselnedsättning fanns bland 42 barn (49%). Svår/grav hörselnedsättning fanns hos 38 barn (44%) och mild hörselnedsättning fanns hos sex barn (7%). Av dessa 86 barn visade 76 barn sensorineural hörselnedsättning (88%) och tio barn visade konduktiv hörselnedsättning (12%). Att sensorineural hörselnedsättning förekommer mest bland spädbarn bekräftas i resultatet (se tabell 5). Jämförelsen blir inte helt korrekt eftersom deltagarna i undersökningen av Mehl and Thomson (2002) är barn som har medfödd hörselnedsättning. Däremot menar Colella-Santos, Hein, de Souza, do Amaral, and Casali (2014) att konduktiv hörselnedsättning är den mest förekommande bland barn som vårdats på neonatalavdelning.

En studie (Robertson et al., 2009) fastställer hörselnedsättningen då barnen är tre år vilket skiljer sig ifrån de andra. För tidigt födda barn kan få förändrade hörtrösklar och det är bra att denna undersökning väntade med den slutliga diagnosen. Samtidigt så är det viktigt att ge en tillfällig diagnos för att kunna sätta in insatser så att barnet får ljudstimulans (Koenighofer et al., 2014). Det är alltså viktigt att regelbundet följa upp för tidigt födda barn som tidigt i livet visar hörselnedsättning.

Hörselsystemets mognad under graviditetsvecka 25-37 går att förklaras med studier ifrån vårt resultat. Ping and Jiang (2013) visar att barn som är födda innan graviditetsvecka 37 kan erhålla högre hörtrösklar vid födseln som sedan förbättras varje vecka fram till post-conceptional age (PCA, födelsevecka plus levnadsvecka) 42. En studie menar att hörtröskeln ökar 1.24 dB i veckan då barnet är PCA 30-36 och 0.65 dB från PCA 30-42 veckor. Detta kan styrkas med en studie från Casali and Dos Santos (2010). Syftet är att följa den auditiva mognaden med elektrofysiologisk respons genom att utreda latens för våg 1, 3 och 5 med ABR mätning hos för tidigt födda barn. De nivåer som testades var 80, 60, 40 och 20 dB HL. För tidigt födda barn jämfördes med barn födda efter graviditetsvecka 37. Gruppen med för tidigt födda barn visade senare svars-latenser än barn födda efter graviditetsvecka 37. Att prevalensen ökar med minskad födelsevecka som van Dommelen et al. (2015) visar i sin studie tror vi beror på att det auditiva systemet är under utveckling och förbättras för varje vecka. I studien har de använt aABR och kallat det för hörselnedsättning då barnen inte fått godkänt på nivå 35 dB nHL. Utifrån studien som visar fördröjda latenser (Casali & Dos Santos, 2010) och de studier som påvisar förbättrade hörtrösklar (Hof et al., 2013; Ping & Jiang, 2013) kan vi konstatera att latenstiden skiljer sig för barn som är för tidigt födda. Detta är viktigt att tänka på vid utförandet av ABR mätning med ett för tidigt fött barn och bevisar att hörselsystemet inte är färdigutvecklat då ett barn föds för tidigt.

I resultatet ingick två artiklar där ljudnivåer på neonatalavdelning samt i kuvös undersöktes och samtliga neonatalavdelningar överskred de rekommendationer som användes i studierna. Zimmerman and Lahav (2013) beskriver att för tidigt födda barn inte skyddas mot ljud på samma sätt som då de ligger i magen vilket kan göra att de exponeras för frekvenser som de inte är redo att processa till exempel alarm, fläktar och samtal i höga ljudnivåer. För att förklara hur för tidigt födda barn kan påverkas av ljudexponering vill vi redogöra mer ingående hur det auditiva systemets sensoriska och neurala delar utvecklas. Det optimala för cochleans tonotopiska utveckling en gradvis exponering av lågfrekventa ljud, och efter hand även högfrekventa ljud. När fostret ligger i magen så omges barnet av moderkakan och vätska



vilket gör att högfrekventa ljud filtreras. Cochlean skyddas alltså under tiden som sinnesscellerna utvecklas, fostervecka 26-30. Ett barn som föds innan vecka 30 kan däremot bli exponerat för högfrekventa ljud (McMahon et al., 2012). Graven and Browne (2008) menar att även starka lågfrekventa ljud stör den hörselsystemets utveckling. Cochleans tonotopiska utveckling behöver gravis exponeras för lågfrekventa och senare högfrekventa ljud (McMahon et al., 2012). Enligt Hepper and Shahidullah (1994) kan foster ge tydlig respons på låga frekvenser, det vill säga 100-500Hz runt 27:e graviditetsveckan och högre frekvenser, 1000Hz vid graviditetsvecka 33 samt 3000Hz vid graviditetsvecka 35. För att underhålla hörselsystemets utveckling krävs ljudstimuli under graviditetsvecka 28-40 och fler år efter födsel (Graven & Browne, 2008) Hörselnerven är inte helt utvecklad hos ett nyfött spädbarn även de barn som är födda efter vecka 37 (Koenighofer et al., 2014). Kontinuerlig exponering av starkt buller kan störa de neurala delarna av den auditiva utvecklingen, speciellt förmågan att diskriminera frekvenser. Det är viktigt att neonatalavdelningar följer rekommendationerna för ljudnivå för att skapa en optimal miljö så att spädbarn kan få ljudstimuli genom tal. Genom att minska på bakgrundsbrus kan även barnet sova utan störningar och även andra negativa effekter reduceras (Graven & Browne, 2008). Det finns teorier att aminoglykosid i kombination med bullrig miljö på neonatalavdelning kan ge negativa effekter på hörselsystemet. Det är speciellt skadligt för bebisar eftersom det sker under en period som är kritisk för den neurala utvecklingen av hörselsystemet (Zimmerman & Lahav, 2013). Den kritiska perioden sträcker sig från graviditetsvecka 25 till barnet är ungefär ett halvår (Graven & Browne, 2008).

Det finns återkommande riskfaktorer i resultatet (se tabell 4), dessa är PDA ligation, low Apgar score och respirator mer än fem dagar. Det är svårt att särskilja dessa riskfaktorer, till exempel kan barnen ha vårdats med ototoxiska läkemedel, haft hyperbilirubinemi och mycket låg födelsevikt i kombination. Majoriteten av studierna undersöker barn med mycket låg födelsevikt, det är därför svårt att uttala sig om de presenterade riskfaktorerna är sanna eller om de beror på födelsevikten. Denna studie av Borkoski-Barreiro et al. (2013) visar att det var flest barn som endast hade låg födelsevikt. Det som gör oss osäkra gällande dessa riskfaktorer är det låga antalet deltagare med hörselnedsättning i varje studie, det verkar alltså vara låg prevalens för denna grupp att utveckla hörselnedsättning.

Trots studier med enskilda riskfaktorer så skulle det kunna vara fler faktorer som påverkar. I studien av van Dommelen et al. (2015) har barnen minst en riskfaktor för hörselnedsättning. De flesta barnen hade neonatalvårdats mer än fem dagar och födelsevikt under 1500g. I

studien av Hille et al. (2007) är syftet att finna riskfaktorer för barn som vårdats på neonatalavdelning med låg födelsevikt, men frågan är om det går fastställa enskilda faktorer bland dessa barn eftersom neonatalvård och låg födelsevikt också är riskfaktorer. Bielecki, Horbulewicz, and Wolan (2011) menar att desto fler riskfaktorer som ett spädbarn utsätts för desto större är sannolikheten för hörselnedsättning.

Vi kan stärka de riskfaktorer som presenterats i denna studie genom att jämföra dem med de faktorer som redovisas av Cristobal and Oghalai (2008) där aminoglykosid, loop diuretics, buller exponering, hyperbilirubinemi, CMV infektion och hypoxi fastställs som riskindikationer för hörselnedsättning hos barn med låg födelsevikt. Dessa riskfaktorer stämmer överens med riskfaktorerna från resultatet. För barn som vårdats på neonatalavdelning visar en 15-årig studie att de huvudsakliga riskfaktorerna för hörselnedsättning är: respirator, blodtransfusion, intraventrikulär blödning och meningit (Martínez-Cruz et al., 2008) Samtliga riskfaktorer förutom meningit överensstämmer med riskfaktorerna i resultatet.

### **5.2.1 Projektets betydelse**

När barn som är för tidigt födda hörselscreenas med TEOAE är det viktigt att tänka på att resultatet kan bli missvisande om mätningen utförs innan barnet är 42 timmar gammalt. Det är större risk att barn som är för tidigt födda inte går igenom den första hörselscreeningen om mätningen utförs innan barnet är 42 timmar, jämfört med barn som är födda efter graviditetsvecka 37 (Smolkin et al., 2013). Även vid utförande av ABR mätning är det viktigt att veta hur svarslatenser skiljer sig jämförelse med spädbarn som inte är för tidigt födda. Utförs mätningen innan ett för tidigt fött barn blivit PCA 37 blir svarslatenserna fördröjda (Casali & Dos Santos, 2010).

Hos för tidigt födda barn kan hörselsystemet vara omoget och fortsätter att utvecklas inom de kommande veckorna (Ping & Jiang, 2013) i sällsynta fall kan det till och med ta månader (Koenighofer et al., 2014). I arbetet som barnaudiolog kan counseling med en förälder till ett barn som visar hörselnedsättning kan skilja sig om barnet är för tidigt fött, eftersom hörselnedsättningen i det fallet skulle kunna vara tillfällig.

## 5.2.2 Framtida forskning

Artiklarna i vårt resultat påpekar ofta att det behövs mer forskning inom området vilket vi håller med om. Utifrån vad vi läst känns resultaten om riskfaktorer inte speciellt säkra, en undersökning menar till och med att varje neonatalavdelning borde ha sina egna riskkriterier (Eras et al., 2014). Vi tror även att riktlinjer för hörselscreening och vård i olika delar i Sverige och länder kan skilja sig åt. Prevalensen för hörselnedsättning kan skilja sig mellan olika neonatalavdelningar (Hille et al., 2007). Vi tror att det skulle kunna bero på bland annat vården och kunskapen inom detta område. Eventuellt går det att förebygga eller minska risk för hörselnedsättning genom att uppmärksamma riskindikationerna för denna grupp och fortsätta forskningen inom detta område.

## 6.0 Konklusion

Finns det någon koppling mellan hörselnedsättning  $\geq 35$  dB nHL och barn födda mellan graviditetsvecka 25-37? Det finns samband mellan hörselnedsättning och för tidig födsel. Prevalensen för hörselnedsättningar kan öka med minskad födelsevecka, detta kan bero på hörselsystemets utveckling. I studien har vi presenterat att den auditiva mognaden kan fördröjas av för tidig födsel samt hur det auditiva systemet utvecklas under graviditetsveckorna 25-37. Det går däremot inte förutsäga vilka barn som riskerar hörselnedsättning.

Vilka är riskfaktorerna för hörselnedsättning på  $\geq 35$  dB nHL bland barn födda mellan graviditetsvecka 25-37? Riskfaktorer för hörselnedsättning hos barn som är för tidigt födda är bland annat respirator mer än fem dagar, asfyxi och födelsevikt under 1500g. Faktorerna går inte att fastställa eftersom de är svåra att urskilja och på grund av studiernas låga deltagarantal.

Vilken typ och grad av hörselnedsättning är vanligast bland för tidigt födda barn som är födda mellan graviditetsvecka 25-37? Vilken typ och grad av hörselnedsättning som är vanligast bland för tidigt födda barn är besvarade utifrån artiklarna i resultatet. Majoriteten av barnen i denna studie visade sensorineural hörselnedsättning med hörtrösklar mellan 70 till  $\geq 90$  dB nHL.

## 7.0 REFERENSLISTA

- Ari-Even Roth, D., Hildesheimer, M., Maayan-Metzger, A., Muchnik, C., Hamburger, A., Mazkeret, R., & Kuint, J. (2006). Low prevalence of hearing impairment among very low birthweight infants as detected by universal neonatal hearing screening. *Archives of Disease in Childhood: Fetal and Neonatal Edition*, 91(4), F257-F262. doi: 10.1136/adc.2005.074476
- Arlinger, S. (Ed.). (2007). *Nordisk lärobok i audiologi*. Bromma: CA Tegnér.
- Belfrage Förlag. (2015a). Hypoxi. 2015-04-06, from [http://medicinskordbok.se/component/search/?searchword=hypoxi&option=com\\_search](http://medicinskordbok.se/component/search/?searchword=hypoxi&option=com_search)
- Belfrage Förlag. (2015b). Medicinsk ordbok 2015-03-25, from <http://medicinskordbok.se/>
- Bielecki, I., Horbulewicz, A., & Wolan, T. (2011). Risk factors associated with hearing loss in infants: An analysis of 5282 referred neonates. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 75(7), 925-930. doi: 10.1016/j.ijporl.2011.04.007
- Birnholtz, J. C., Benacerraf, B. R. (1983). The development of human fetal hearing. *Science magazine*, 222(4623), 516-518. doi: 10.1126/science.6623091
- Blencowe, H., Cousens, S., Oestergaard, M. Z., Chou, D., Moller, A.-B., Narwal, R., . . . Lawn, J. E. (2012). National, regional, and worldwide estimates of preterm birth rates in the year 2010 with time trends since 1990 for selected countries: A systematic analysis and implications. *The Lancet*, 379(9832), 2162-2172. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60820-4
- Borkoski-Barreiro, S. A., Falcón-González, J. C., Limiñana-Cañal, J. M., & Ramos-Macías, A. (2013). Evaluation of very low birth weight ( $\leq 1,500$  g) as a risk indicator for sensorineural hearing loss. *Acta otorrinolaringológica española U6 - ctx\_ver=Z39.88-2004&ctx\_enc=info%3Aofi%2Fenc%3AUTF-8&rft\_id=info:sid/summon.serialssolutions.com&rft\_val\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&rft.genre=article&rft.atitle=Evaluation+of+very+low+birth+weight+%28%E2%89%A4+1%2C500+g%29+as+a+risk+indicator+for+sensorineural+hearing+loss&rft.jtitle=Acta+otorrinolaringol%C3%B3gica+espa%C3%B1ola&rft.au=Borkoski-Barreiro%2C+Silvia+A&rft.au=Falc%C3%B3n-Gonz%C3%A1lez%2C+Juan+C&rft.au=Limi%C3%B1ana-Cañal%2C+Jos%C3%A9+M&rft.au=Ramos-Mac%C3%ADas%2C+Angel&rft.date=2013-11-01&rft.eissn=1988-3013&rft.volume=64&rft.issue=6&rft.spage=403&rft\_id=info:pmid/23896490&rft\_id=info:pmid/23896490&rft.externalDocID=23896490&paramdict=en-US U7 - Journal Article*, 64(6), 403.
- Casali, R. L., & Dos Santos, M. F. C. (2010). Auditory Brainstem evoked response: Response patterns of full-term and premature infants. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 76(6), 729-738.
- Chatterjee, J., Gullam, J., Vatish, M., & Thornton, S. (2007). The management of preterm labour. *Archives of Disease in Childhood: Fetal and Neonatal Edition*, 92(2), F88-F93. doi: 10.1136/adc.2005.082289
- Colella-Santos, M. F., Hein, T. A. D., de Souza, G. L., do Amaral, M. I. R., & Casali, R. L. (2014). Newborn hearing screening and early diagnostic in the NICU. *BioMed research international U6 - ctx\_ver=Z39.88-2004&ctx\_enc=info%3Aofi%2Fenc%3AUTF-8&rft\_id=info:sid/summon.serialssolutions.com&rft\_val\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&rft.genre=article&rft.atitle=Newborn+hearing+screening+and+early+diagnostic+in+the+NICU&rft.jtitle=BioMed+research+international&rft.au=Colella-Santos%2C+Maria+Francisca&rft.au=Hein%2C+Tha%C3%ADs+Antonelli+Diniz&rft.au=de+Souza%2C+Gabriele+Libano&rft.au=do+Amaral%2C+Maria+Isabel+Ramos&rft.date=2014&rft.eissn=2314-6141&rft.volume=2014&rft.spage=845308&rft\_id=info:pmid/24999481&rft.externalDocID=24999481&paramdict=en-US U7 - Journal Article*, 2014, 845308.
- Committee on Environmental Hazards. Noise pollution: neonatal aspects. (1974). *Pediatrics*, 54(4), 476-479.

- Crafoord, S. (2006). ROP. 2015-03-25, from <http://www.remittent.se/Files-sv/Ogon/Dokument/patientinformation/Info%20till%20foraldrar%20med%20barn%20som%20har%20ROP.pdf>
- Cristobal, R., & Oghalai, J. S. (2008). Hearing loss in children with very low birth weight: current review of epidemiology and pathophysiology. *Archives of disease in childhood.Fetal and neonatal edition*, 93(6), F462-F468. doi: 10.1136/adc.2007.124214
- Dr Hayley Willacy Patient.co.uk. (2012). Antepartum Haemorrhage 2015-04-03, from <http://www.patient.co.uk/doctor/antepartum-haemorrhage>
- Eras, Z., Konukseven, O., Aksoy, H. T., Canpolat, F. E., Genç, A., Sakrucu, E. D., . . . Dilmen, U. (2014). Postnatal risk factors associated with hearing loss among high-risk preterm infants: tertiary center results from Turkey. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 271(6), 1485-1490. doi: 10.1007/s00405-013-2653-3
- Ertl, T., Hadzsiev, K., Vincze, O., Pytel, J., Szabo, I., & Sulyok, E. (2001). Hyponatremia and Sensorineural Hearing Loss in Preterm Infants. *Biology of the neonate*, 79(2), 109-112. doi: 10.1159/000047076
- Gallo, J., Dias, K. Z., Pereira, L. D., Azevedo, M. F. d., & Sousa, E. C. (2011). Auditory processing evaluation in children born preterm. *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia U6 - ctx\_ver=Z39.88-2004&ctx\_enc=info%3Aofi%2Fenc%3AUTF-8&rft\_id=info:sid/summon.serialssolutions.com&rft\_val\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&rft.genre=article&rft.atitle=Auditory+processing+evaluation+in+children+born+preterm&rft.jtitl e=Jornal+da+Sociedade+Brasileira+de+Fonoaudiologia&rft.au=Gallo%2C+J%2C%2BAlia&rft.au =Dias%2C+Karin+Ziliotto&rft.au=Pereira%2C+Liliane+Desgualdo&rft.au=Azevedo%2C+Marisa +Frasson+de&rft.date=2011&rft.eissn=2179-6491&rft.volume=23&rft.issue=2&rft.spag e=95&rft\_id=info:pmid/21829922&rft.externalDocl D=21829922&paramdict=en-US U7 - Journal Article*, 23(2), 95.
- Graven, S. N., & Browne, J. V. (2008). Auditory Development in the Fetus and Infant. *Newborn and Infant Nursing Reviews*, 8(4), 187-193. doi: 10.1053/j.nainr.2008.10.010
- Gray, P. H., Sarkar, S., Young, J., & Rogers, Y. M. (2001). Conductive hearing loss in preterm infants with bronchopulmonary dysplasia. *Journal of paediatrics and child health*, 37(3), 278-282. doi: 10.1046/j.1440-1754.2001.00690.x
- Hepper, P. G., & Shahidullah, B. S. (1994). DEVELOPMENT OF FETAL HEARING. *Archives of Disease in Childhood*, 71(2), F81-F87. doi: 10.1136/fn.71.2.F81
- Hille, E. T. M., van Straaten, H. L. M., Verkerk, P. H., Dutch, N. G., Dutch, N. N. H. S. W. G., & the Dutch, N. n. h. s. w. g. (2007). Prevalence and independent risk factors for hearing loss in NICU infants. *Acta Pædiatrica*, 96(8), 1155-1158. doi: 10.1111/j.1651-2227.2007.00398.x
- Hirsch, L. (2014). What Apgar Scores Mean. 2015-03-25, from [http://kidshealth.org/parent/pregnancy\\_center/q\\_a/apgar.html#](http://kidshealth.org/parent/pregnancy_center/q_a/apgar.html#)
- Hof, J. R., Stokroos, R. J., Wix, E., Chenault, M., Gelders, E., & Brokx, J. (2013). Auditory maturation in premature infants: A potential pitfall for early cochlear implantation. *Laryngoscope*, 123(8), 2013-2018. doi: 10.1002/lary.24054
- Johan Sandham ebme. (2012). Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). 2015-04-03, from <http://www.ebme.co.uk/articles/clinical-engineering/33-extracorporeal-membrane-oxygenation-ecmo>
- Joint Committee on Infant Hearing. (2007). Year 2007 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. *Pediatrics*, 120(4), 898-921. doi: 10.1542/peds.2007-2333
- Koenighofer, M., Parzefall, T., Ramsebner, R., Lucas, T., & Frei, K. (2014). Delayed auditory pathway maturation and prematurity. *Wiener klinische Wochenschrift*. doi: 10.1007/s00508-014-0653-y
- Lasky, R. E., & Williams, A. L. (2009). Noise and Light Exposures for Extremely Low Birth Weight Newborns During Their Stay in the Neonatal Intensive Care Unit. *Pediatrics*, 123(2), 540-546. doi: 10.1542/peds.2007-3418

- Lindskog, B. I., & Lindskog, S. (2011). *Medicinsk mini-ordbok*. Stockholm: Norstedt.
- Martínez-Cruz, C. F., Poblano, A., & Fernández-Carrocerá, L. A. (2008). Risk Factors Associated with Sensorineural Hearing Loss in Infants at the Neonatal Intensive Care Unit: 15-Year Experience at the National Institute of Perinatology (Mexico City). *Archives of Medical Research*, 39(7), 686-694. doi: 10.1016/j.arcmed.2008.06.004
- McMahon, E., Wintermark, P., & Lahav, A. (2012). Auditory brain development in premature infants: the importance of early experience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 17-24. doi: 10.1111/j.1749-6632.2012.06445.x
- Medical Center. (2015). Post-Conceptual Age. 2+15-03-25, from [http://www.umc.edu/uploadedFiles/UMCedu/Content/Education/Schools/Medicine/Clinical\\_Department/Anesthesiology/Post-ConceptualAge.pdf](http://www.umc.edu/uploadedFiles/UMCedu/Content/Education/Schools/Medicine/Clinical_Department/Anesthesiology/Post-ConceptualAge.pdf)
- Medscape. (2015). Premature Preterm Rupture of Membranes. 2015-04-03, from <http://emedicine.medscape.com/article/261137-overview#aw2aab6b4>
- Mehl, A. L., & Thomson, V. (2002). The Colorado Newborn Hearing Screening Project, 1992-1999: On the Threshold of Effective Population-Based Universal Newborn Hearing Screening. *Pediatrics*, 109(1), e7-e7. doi: 10.1542/peds.109.1.e7
- National institute of health. (2015). Patent ductus arteriosus. 2015-03-25, from <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/001560.htm>
- Northern, J. L., Downs, M. P., & Hayes, D. (2014). *Hearing in children*. San Diego, CA: Plural Publishing.
- Näslund, C. (2014). om bronkopulmonell dysplasi syndrom. 2015-03-15, from <http://www.halsanet.com/11/2014/08/om-bronkopulmonell-dysplasi-syndrom.html>
- Olob. (2014). Vad är PDA? . 2015-03-26, from <http://o.cotot.com/artikel/ductus-arteriosus-pda>
- Olobot. (2014). Vad är intraventrikulär blödning (IVH)? , 2015-03-25, from <http://o.cotot.com/artikel/intraventrikular-blodning>
- Pereira, P. K. S., Martins, A. d. S., Vieira, M. R., & Azevedo, M. F. d. (2007). Newborn hearing screening program: association between hearing loss and risk factors. *Pró-fono : revista de atualização científica*, 19(3), 267.
- Ping, L. I., & Jiang, Z. D. (2013). Changes in brainstem auditory response threshold in preterm babies from birth to late term. *Acta Oto-Laryngologica*, 133(6), 607-611. doi: 10.3109/00016489.2012.762115
- Pinheiro, E. M., Guinsburg, R., Nabuco, M. A. d. A., & Kakehashi, T. Y. (2011). Noise at the Neonatal Intensive Care Unit and inside the incubator. *Revista latino-americana de enfermagem*, 19(5), 1214-1221.
- Robertson, C. M. T., Howarth, T. M., Bork, D. L. R., & Dinu, I. A. (2009). Permanent Bilateral Sensory and Neural Hearing Loss of Children After Neonatal Intensive Care Because of Extreme Prematurity: A Thirty-Year Study. *Pediatrics*, 123(5), e797-E807. doi: 10.1542/peds.2008-2531
- Roeser, R. J., Valente, M., & Hosford-Dunn, H. (2007). *Audiology: diagnosis*. New York: Thieme.
- Smolkin, T., Anton, Y., Ulanovsky, I., Blazer, S., Mick, O., Makhoul, M. I., & Makhoul, I. R. (2013). Impact of Gestational Age on Neonatal Hearing Screening in Vaginally-Born Late-Preterm and Early-Term Infants. *Neonatology*, 104(2), 110-115. doi: 10.1159/000350554
- Steer, P. (2005). The epidemiology of preterm labour. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 112(s1), 1-3. doi: 10.1111/j.1471-0528.2005.00575.x
- Straaten, H. L. M. (1999). Automated auditory brainstem response in neonatal hearing screening. *Acta Paediatrica*, 88, 76-79. doi: 10.1111/j.1651-2227.1999.tb01165.x
- The free dictionary. (2015). craniofacial dysmorphism. 2015-03-25, from <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/craniofacial+dysmorphism>
- Tucker, J., & McGuire, W. (2004). Abc Of Preterm Birth: Epidemiology Of Preterm Birth. *BMJ: British Medical Journal*, 329(7467), 675-678.

- Turner, K. M., Lee, H. C., Boppana, S. B., Carlo, W. A., & Randolph, D. A. (2014). Incidence and Impact of CMV Infection in Very Low Birth Weight Infants. *Pediatrics*, *133*(3), E609-E615. doi: 10.1542/peds.2013-2217
- Ulfig, N., & Wilhelms, D. B. (2012). *Embryologi: en kortfattad lärobok*. Lund: Studentlitteratur.
- van Dommelen, P., Verkerk, P. H., & van Straaten, H. L. M. (2015). Hearing Loss by Week of Gestation and Birth Weight in Very Preterm Neonates. *The Journal of pediatrics*. doi: 10.1016/j.jpeds.2014.12.041
- Vedovato, S., Lo Iacono, A., Morando, C., Suppiej, A., Orzan, E., Trevisanuto, D., . . . Zanardo, V. (2014). Sensorineural hearing loss in very low birth weight infants with histological chorioamnionitis *The Journal of maternal-fetal & neonatal medicine* (pp. 1-5).
- Weichbold, V., Nekahm-Heis, D., & Welzl-Mueller, K. (2006). Universal Newborn Hearing Screening and Postnatal Hearing Loss. *Pediatrics*, *117*(4), e631-E636. doi: 10.1542/peds.2005-1455
- World Health Organization (WHO). (1999). Guideline Values. 2015-03-26, from <http://www.who.int/docstore/peh/noise/Commnoise4.htm>
- Wright, C. G. (1997). Development of the human external ear. *Journal of the American Academy of Audiology*, *8*(6), 379-382.
- Zimmerman, E., & Lahav, A. (2013). Ototoxicity in preterm infants: Effects of genetics, aminoglycosides, and loud environmental noise. *Journal of Perinatology*, *33*(1), 3-8. doi: 10.1038/jp.2012.105

## Bilaga sammanfattning artiklar

Referens nr Publiceringsår Land	Författare	Titel	Syfte	Urval Metod	Slutsats
<a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.12.041">http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.12.041</a> 2015 Nederländerna	Van Dommelen, Verkerk, & van Straaten	Hearing Loss by Week of Gestation and Birth Weight in Very Preterm Neonates	Utreda förekomsten neonatal hörselnedsättning.	Kohort studie n= 18 564 Barn födda upp till vecka 32 kategoriserades dem efter födelsevikt.	Prevalensen av hörselnedsättning ökade med minskning av födelsevecka samt födelsevikt.

Referens nr Publiceringsår Land	Författare	Titel	Syfte	Urval Metod	Slutsats
<a href="https://doi.org/10.1159/000350554">doi:10.1159/000350554</a> 2013 Israel	Smolkin et al.,	Impact of Gestational Age on Neonatal Hearing Screening in Vaginally-Born Late-Preterm and Early-Term Infants	Utreda hur födelsevecka kan påverka resultat vid hörselscreening	Retrospektiv studie n=1572 Barnen delades in i två grupper, en vecka 35-37 och 38-42, barn med vissa riskfaktorer för hörselnedsättning uteslöts.	Att hörselscreening inte ska utföras innan 42 timmar innan vid mätning av för tidigt födda barn. Dessa barn måste oftare omtestas om screeningen då mätningen görs innan 42 timmar, jämförelse med kontrollgrupp.



<b>Referens nr Publiceringsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval Metod</b>	<b>Slutsats</b>
doi:10.1136/adc.2005.074476 2006 Israel	Ari-Even Roth et al.,	Low prevalence of hearing impairment among very low birthweight infants as detected by universal neonatal hearing screening	Studera prevalensen av hörselnedsättning för barn med mycket låg födelsevikt. Samt utreda effekten av TEOAE som en första screening för dessa barn.	Kohort studie n=346 Barn med födelsevikt 515–1495g. Kontrollgrupp med 1205 friska barn utan känd riskfaktor för hörselnedsättning och födelsevikt 1695–4735g.	Bronchopulmonary dysplasia och low Apgar score var de vanligaste orsakerna till konduktiv hörselnedsättning. TEOAE var effektivt som screening enligt studien.

<b>Referens nr Publiceringsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval Metod</b>	<b>Slutsats</b>
doi:10.1002/lary.24054 2013 Nederländerna?	Hof er al.,	Auditory Maturation in Premature Infants: A Potential Pitfall for Early Cochlear Implantation	Att beskriva förbättring av hörsel under det första levnadsåret för barn som har föds för tidigt.	Retrospektiv studie 14 spädbarn med bekräftad bilateral hörselnedsättning. Födelsevecka 26-34	Hörseln förbättrades för vissa av barnen. Barn som inte går igenom screening kan få resultatet p.g.a. omoget hörselsystem, speciellt barn födda innan graviditetsvecka 28. Detta borde tas till hänsyn för CI-kandidater som tillhör denna grupp.

<b>Referens nr Publiceringsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval Metod</b>	<b>Slutsats</b>
2013 England	Ping & Jiang	Changes in brainstem auditory response threshold in preterm babies from birth to late term	Undersöka förändring på hörrösklar hos barn födda mellan graviditetsvecka 30-36.	Kohort studie n=268 Deltagarna delades in i grupper efter födelsevecka, 30-32 och 33-36	Med ökad ålder ökade hörrösklarna hos båda grupperna.

<b>Referens nr Publiceringsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval Metod</b>	<b>Slutsats</b>
2013 Spanien	S.A. Borkoski- Barreiro et al.	Evaluation of Very Low Birth Weight ( $\leq 1500$ g) as a Risk Indicator for Sensorineural Hearing Loss	Syftet är att visa grad av hörselnedsättning samt hur sensorineural hörselnedsättning är kopplat till andra riskfaktorer hos barn med mycket låg födelsevikt.	Retrospektiv studie n=364 Deltagarna med födelsevikt under 1500g	Det var 112 nyfödda (30.8%) som inte gick igenom hörselscreening. Tjugotvå barn diagnostiserades för hörselnedsättning. Av dessa hade 14 barn konduktiv nedsättning och 8 barn sensorineural hörselnedsättning, varav två stycken hade grav bilateral hörselnedsättning. Barnen i studien som diagnostiserats för sensorineural hörselnedsättning var för tidigt födda och visade sig utöver mycket låg födelsevikt ha samband med

					ytterligare en eller två riskfaktorer.
--	--	--	--	--	--

<b>Referens nr Publicationsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval Metod</b>	<b>Slutsats</b>
doi:10.1111/j.1651-2227.2007.00398.x 2007 Nederländerna	Hille et al.,	Prevalence and independent risk factors for hearing loss in NICU infants	Utreda prevalens och association mellan hörselnedsättning och riskfaktorer.	Kohortstudie. n=2186 Deltagare födda innan vecka 30 och/eller födelsevikt under 1000g.	Prevalens för hörselnedsättning var i studien 3.2%. De enskilda riskfaktorerna för hörselnedsättning var asfyxi och respirator mer än 5 dagar.

<b>Referens nr Publicationsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval Metod</b>	<b>Slutsats</b>
doi:10.1007/s00508-014-0653-y 2014 Österrike	Koenighofer, Parzefall, Lucas, & Frei	Delayed auditory pathway maturation and prematurity	Följa upp auditiv utveckling hos patienter med medfödd hörselnedsättning relaterad till för tidig födsel.	Fallstudie 6 patienter födda mellan 25-35 graviditetsvecka. Lätt till svår hörselnedsättning. Hörapparat och CI rehabilitering.	I studien ingick bland annat en deltagare där hörseln normaliserades efter 14 månader.

<b>Referens nr Publiceringsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval Metod</b>	<b>Slutsats</b>
doi:10.1007/s00405-013-2653-3 2014 Turkiet	Eras et al.,	Postnatal risk factors associated with hearing loss among high-risk preterm infants: tertiary center results from Turkey	Utreda postnatala riskfaktorer associerade med hörselnedsättning och prevalens för hörselnedsättning bland barn med hög risk för dödlighet.	Retrospektiv. n=1360. Deltagare med födelsevecka $\leq 32$ . och/eller födelsevikt $\leq 1500$ g.	Studien visade låg prevalens av hörselnedsättning (1.4%) för denna grupp. Faktorer som ökade risk för hörselnedsättning var: sepsis, respirator mer än 5 dagar, loop diuretics, PDA ligation och operation för ROP (retinopathy of premature).

<b>Referens nr Publicationsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval Metod</b>	<b>Slutsats</b>
2009 Canada	Robertson, Howarth, Bork, & Dinu,	Permanent Bilateral Sensory and Neural Hearing Loss of Children After Neonatal Intensive Care Because of Extreme Prematurity: A Thirty-Year Study	Utreda prevalens och neonatala riskfaktorer för permanent hörselnedsättning hos för tidigt födda barn	Kohort-longitudinell studie n=1279.	Prevalensen för permanent hörselnedsättning var 3.1 %. Syrgasbehandling var den mest signifikanta faktorn för permanent hörselnedsättning totalt sett och även för svår/grav hörselnedsättning. Permanent hörselnedsättning kan associeras med andra funktionsnedsättningar, och som resultat av för tidig födsel $\leq 28$ .

<b>Referensnr Publicationsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval/Metod</b>	<b>Slutsats</b>
2001 Ungern	Ertla et al.,	Hyponatremia and Sensorineural Hearing Loss in Preterm Infants	Undersöka samband mellan hyponatremia och hörselnedsättning bland förtidigt födda barn	Fallkontroll studie n=164.	Behandling med aminoglykosid och hyponatremi var de två variablerna som kunde signifikant kopplas med sensorineural hörselnedsättning bland förtidigt födda barn som vårdats på neonatalavdelningen. Sju barn diagnostiserades med hörselnedsättning.

<b>Referensnr Publicationsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval/Metod</b>	<b>Slutsats</b>
doi:10.1542/peds.2013-2217 2014 USA	Turner, Lee, Boppana, Carlo, & Randolph	Incidence and Impact of CMV Infection in Very Low Birth Weight Infants	Undersöka möjliga samband mellan CMV och förtidig födsel.	Retrospektiv studie n=18 Deltagarna var barn med födelsevikt under 1500gram som jämförde med en kontrollgrupp med 180 deltagare utan CMV infektion.	Barn med CMV är mer benägna att utveckla hörselnedsättning, 67% av deltagarna med bestående CMV hade misstänkt sensorineural hörselnedsättning och 9% i kontrollgruppen. Alla deltagare gick inte att följa så slutligen diagnostiserades 10 av 12 i CMV gruppen och 1 av 47 i kontrollgruppen med sensorineural hörselnedsättning.

<b>Referensnr Publicationsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval/Metod</b>	<b>Slutsats</b>
2001 Australien	Gray et al	Conductive hearing loss in preterm infants with bronchopulmonary dysplasia	Fastställa risk till konduktiv hörselnedsättning hos spädbarn med BPD.	Retrospektiv studie n=78. En grupp med 78 barn som hade BPD och en kontrollgrupp med 78 stycken. Barnen delades upp i två grupper utifrån födelsevikt <1000g-1499g och >1500g.	I studien fann man att barn med BPD har en högre risk för kvarstående konduktiv hörselnedsättning under senare delen av levnadsåret jämfört med kontrollgruppen.



<b>Referensnr Publicationsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval/Metod</b>	<b>Slutsats</b>
doi:10.3109/14767058 .2014.936375 2014 Italien	Vedovato et al.,	Sensorineural hearing loss in very low birth weight infants with histological chorioamnionitis	I denna studie ville man granska förhållandet mellan sensorineural hörselnedsättning och histological chorioamniotitis bland förtidigt födda barn.	Kohort-studie n=150 (från början 204) Varje patient med HCAM blev matchad med en kontrollperson utan HCAM.	Resultatet visade sensorineural hörselnedsättning hos två barn med HCAM (2.6%) och sex stycken utan HCAM (8.2%) Nio barn i fallgruppen (11.6%) och två (2.7%) stycken i kontrollgruppen visade konduktiv hörselnedsättning. Prevalensen för hörselnedsättning är 5.7%. Low Apgar Score, postnatala steroider och PDA ligation visade sig signifikant med sensorineural hörselnedsättning, HCAM var inte det.

<b>Referens nr Publicationsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval Metod</b>	<b>Slutsats</b>
2011 Brasilien	Pinheiro, Guinsburg, Nabuco, & Kakehashi	Noise at the Neonatal Intensive Care Unit and inside the incubator	Mäta ljudnivåer på NICU och i kuvös.	Kvantitativ och deskriptiv studie	Resultaten visade att ljudnivåerna på neonatalavdelning och i kuvös överskred rekommendationerna.

<b>Referens nr Publicationsår Land</b>	<b>Författare</b>	<b>Titel</b>	<b>Syfte</b>	<b>Urval Metod</b>	<b>Slutsats</b>
doi:10.1542/peds.200 7-3418 2009 USA	Lasky & Williams	Noise and Light Exposures for Extremely Low Birth Weight Newborns During Their Stay in the Neonatal Intensive Care Unit	Utreda ljus och ljudnivåer, faktorer som influerar till buller samt undersöka om rekommendationer na följs.	Kvantativ studie. Ljud och ljus nivåer mäts i miljöer där barn vistas under sin tid på neonatalavdelning. Barnen väger under 1000g, n=22.	Bullernivåerna ökade för varje vecka. Den ökade bullernivån berodde på byte av säng och respiratorsystem. Av alla sängtyper var den äldsta kuvösen den mest högljudda.