

Nordisk Lærebog i Audiologi

Oversat og redigeret af Torben Poulsen

Syddansk Universitetsforlag

Nordisk Lærebog i Audiologi

© Nordisk Audiologisk Selskab, forfatterne,
Torben Poulsen og Syddansk Universitetsforlag 2016
2. udgave 2021
Sats, omslag og tryk: Narayana Press
ISBN: 978-87-408-3390-4

Bogen er udgivet med støtte fra:
Oticon Fonden
GN Store Nord Fondet

Mekanisk, fotografisk, elektronisk eller anden mangfoldiggørelse
af denne bog er kun tilladt med forlagets tilladelse eller ifølge
overenskomst med Copydan

Syddansk Universitetsforlag
Campusvej 55
DK-5230 Odense M
www.universitypress.dk

Indhold

Forfattere	15
Forord	17
Forord til den danske udgave	18
Introduktion	19
1 Akustik	22
1.1 Lyd	22
1.1.1 Definition	22
1.1.2 Lydkilden	23
1.1.3 Lydudbredelse	23
1.1.4 Lydtrykniveau, lydintensitet	23
1.1.5 Frekvens og bølgelængde	24
1.1.6 Spektrum	26
1.1.7 Måling af lydtrykniveau, tids- og frekvensvægtning	27
1.1.8 1/1-oktav- og 1/3-oktavfiltre, smalbåndsanalyse	29
1.1.9 Akustisk impedans	32
1.1.10 Resonans	33
1.1.11 Talesignalet akustik	34
1.2 Rumakustik	36
1.2.1 Baggrund	36
1.2.2 Refleksion og absorption	37
1.2.3 Efterklang	38
1.2.4 Lydisolering	41
1.2.5 Lyddødt rum og efterklangsrum	42
1.3 Elektroakustik	44
1.3.1 Baggrund	44
1.3.2 Lydforstærkning	44
1.3.3 Mikrofoner	45
1.3.4 Forstærkere	47
1.3.5 Højtalere	48

1.3.6	Hovedtelefoner og andre lydgivere	52
1.3.7	Krav til højtalersystemer	54
1.3.8	Digital Audio	55
	Litteratur	58
2	Psykoakustik	59
2.1	Høreområdet	59
2.1.1	Høretærskel	61
2.1.2	Ubehagsniveau	62
2.1.3	Behagelighedsniveau	62
2.2	Hørestyrke	63
2.3	Hørestyrkeniveau	64
2.4	Recruitment, hyperacusis, fonofobi	64
2.5	Høretærskelniveau	65
2.6	Sensation level	65
2.7	Maskering	65
2.7.1	Fuldstændig maskering	65
2.7.2	Partiel maskering	67
2.7.3	Tidsmæssig maskering	68
2.7.4	Central maskering	68
2.8	Kritiske bånd og ækvivalent rektangulær båndbredde (ERB)	69
2.9	Tonehøjde	71
2.10	Diplacisus	71
2.11	Klangfarve	72
2.12	Stødtoner, svævninger	73
2.13	Frekvensopløsning	73
2.14	Tidsopløsning	74
2.15	Lydniveauopløsning, niveauskelneevne	74
2.16	Temporal integration	75
2.17	Adaptation	76
2.18	Habituering	77
2.19	Binaural hørelse	77
2.19.1	Binaural integration	77
2.19.2	Retningshørelse	78

2.19.3	Binaural maskeringsniveauforskel, BMLD	78
2.19.4	Binaural taleforståelighedsniveauforskel, BILD	79
Litteratur	79
3	Sproglig kommunikation	80
3.1	Lingvistik	82
3.2	Fonetik og fonologi	83
3.2.1	Fonemer og varianter	83
3.2.2	Vokaler og konsonanter	84
3.2.3	Prosodi	95
3.2.4	Om fonemforvekslinger	99
3.3	Taleopfattelse, taleperception	100
3.4	Sprog- og taleudvikling	103
3.4.1	Forudsætninger for sprogudvikling	104
3.4.2	Forskellige stadier i udviklingen af taleopfattelsen	105
3.4.3	Forskellige stadier i taleudviklingen	106
3.4.4	Tegnsprogsudvikling	108
3.4.5	Sammenfatning af sprogindlæring	108
3.5	Kognitive funktioner	109
3.6	Indlæring, træning, udvikling	110
3.7	Neural plasticitet	111
Litteratur	115
4	Høresystemets udvikling og genetik	117
4.1	Embryonal udvikling	118
4.1.1	Udvikling af høre- og balanceorgan	118
4.1.2	Embryologi og udvikling af det menneskelige øre	119
4.1.3	Kan mistede hårceller fornys?	123
4.2	Hørelsens udvikling	124
4.2.1	Hørelsens følsomhed (sensitivitet)	125
4.2.2	Diskrimination	126
4.2.3	Taleperception	126
4.3	Audiologisk genetik	128
4.3.1	Indledning	128
4.3.2	Grundlæggende genetiske mekanismer	128
4.3.3	Nedarvingsmønstre	129
4.3.4	Geografi af genetisk betinget hørenedsættelse	133
4.3.5	Udredning af genetisk hørenedsættelse	133

4.3.6	Genetisk vejledning	135
4.3.7	Identifikation af nye gener ved hørenedsættelse	136
4.3.8	Perspektiver i genetisk audiologi	137
	Litteratur	138
5	Anatomi og fysiologi	140
5.1	Det ydre øre	142
5.2	Mellemøret	145
5.2.1	Mellemørets funktion	146
5.2.2	Mellemørets anatomi	148
5.2.3	Trommehinden	149
5.2.4	Knoglekæden i mellemøret	151
5.2.5	Mellemøremusklerne	152
5.2.6	Cellesystemet	152
5.2.7	Det eustachiske rør og mellemørets trykregulering	153
5.3	Det indre øre	155
5.3.1	Det indre øres funktionelle anatomi	155
5.3.2	Det cortiske organs opbygning	159
5.3.3	Hårcellerne	161
5.3.4	Det cortiske organs funktion	164
5.3.5	Den cochleære forstærker	166
5.4	Hørenerven og de centrale hørebaner: anatomi	167
5.4.1	Hørenerven	167
5.4.2	Cochleariskernerne og de opadgående nervebaner	169
5.4.3	Olivarius superior	170
5.4.4	Colliculus inferior	171
5.4.5	Colliculus superior	171
5.4.6	Auditive cortex (hørebarken)	171
5.5	Efferente hørebaner	173
5.6	Centrale hørebaner: fysiologi	174
	Litteratur	179
6	Høremålinger	180
6.1	Uformelle prøver	181
6.1.1	Baggrund	181
6.1.2	Stemmegaffelprøver	182
6.2	Psykoakustiske metoder med tone- eller støjbands-stimuli	184
6.2.1	Baggrund	184
6.2.2	Toneaudiometri, luftledning	185

6.2.3	Toneaudiometri, benledning	191
6.2.4	Maskering ved toneaudiometri	192
6.2.5	Békésy-audiometri	196
6.2.6	Screeningaudiometri	196
6.2.7	Tærskelvandring (tone decay)	197
6.2.8	Højfrekvensaudiometri	197
6.2.9	Webers test med audiometer	197
6.2.10	ABLB (Fowlers test)	198
6.2.11	Short Increment Sensitivity Index Test (SISI-test)	199
6.2.12	Sensorineural Acuity Level Test (SAL-test)	200
6.2.13	Hørestyrkeskalering (loudness scaling)	200
6.2.14	Måling af ubehagsniveau (UCL)	200
6.2.15	Psykoakustiske tuningkurver	201
6.2.16	Retningshørelse, lydlokalisering	202
6.2.17	Binaural masking level difference, BMLD	203
6.2.18	Metoder for ikke-organisk høretab	204
6.3	Taleaudiometri	205
6.3.1	Baggrund	205
6.3.2	Talemateriale	205
6.3.3	Forskellige svarmuligheder	214
6.3.4	Taleniveau	215
6.3.5	Præsentationsmåde	215
6.3.6	Den psykometriske funktion	217
6.3.7	Pålidelighed (Reliability)	220
6.3.8	Forvrænget tale	221
6.3.9	Dikotisk tale	221
6.3.10	Speech Intelligibility Index, SII	222
6.3.11	Begrænsninger ved taleaudiometri	223
6.3.12	Taleaudiometri ved høreapparatilpasning	223
6.4	Akustisk-fysiologiske målemetoder	224
6.4.1	Baggrund	224
6.4.2	Impedansmåling	224
6.4.3	Otoakustiske emissioner	233
6.5	Elektrofysiologiske metoder	238
6.5.1	Baggrund	238
6.5.2	Målemetoder og instrumentering	239
6.5.3	Elektrocochleografi (ECoChG)	240
6.5.4	Hjernestammeaudiometri (ABR, Auditory Brainstem Response)	242
6.5.5	Middle latency response, MLR	247
6.5.6	Auditory steady state response, ASSR	248
6.5.7	Kortikale svar	248
6.5.8	Kognitive responser	249
6.6	Børneaudiologiske målinger	250

6.6.1	Baggrund	250
6.6.2	Tidlige reaktioner og udvikling af adfærd ved lydpåvirkning	251
6.6.3	Observationsaudiometri (Behavioral Observation Audiometry, BOA)	256
6.6.4	Visuel forstærkningsaudiometri (Visual Reinforcement Audiometry, VRA)	257
6.6.5	Legeaudiometri	259
6.6.6	Taleaudiometri	259
6.6.7	Hørescreening af små børn	259
6.7	Testbatteri for topisk diagnostik	262
6.7.1	Baggrund	262
6.7.2	Konduktive høretab	263
6.7.3	Cochleære høretab	264
6.7.4	Retrocochleære høretab	264
6.7.5	Centrale høretab	265
6.7.6	Ikke-organiske høretab	265
6.8	Udstyr til audiometri, kravspecifikationer og kalibrering	266
6.8.1	Baggrund	266
6.8.2	Rentoneaudiometer	266
6.8.3	Taleaudiometer	267
6.8.4	Impedansaudiometer	267
6.8.5	Elektrofysiologisk udstyr	268
6.8.6	Udstyr til måling af otoakustiske emissioner	269
6.8.7	Udstyr til børneaudiometri	269
6.8.8	Kalibrering	269
6.9	Fejlkilder og målenøjagtighed ved audiometri	270
6.9.1	Baggrund	270
6.9.2	Generelle fejlkilder	274
6.9.3	Rentoneaudiometri	277
6.9.4	Taleaudiometri	278
6.9.5	Impedansaudiometri	279
6.9.6	Otoakustiske emissioner (OAE)	279
6.9.7	Elektrofysiologiske målinger	280
	Litteratur	281
7	Høreskader	283
7.1	Høretab hos børn	286
7.1.1	Medfødte (kongenitale) høretab	286
7.1.2	Perinatale årsager	296
7.1.3	Erhvervede høretab	296
7.1.4	Centrale høretab hos børn	298
7.1.5	Ikke-organiske høretab hos børn	298

7.2	Høretab hos voksne	299
7.2.1	Aldersbetinget (aldersrelateret) høretab	299
7.2.2	Støjskade	301
7.2.3	Mellemørebetændelse, -inflammation	306
7.2.4	Menières sygdom	307
7.2.5	Otosklerose	311
7.2.6	Ototoksiske skader	313
7.2.7	Pludseligt høretab (sudden deafness)	314
7.2.8	Traumatiske høreskader	316
7.2.9	Ponsvinkel-sygdomme	318
7.2.10	Andre cochleære sygdomme	320
7.3	Centrale høretab	322
7.4	Ikke-organiske høreskader	324
7.5	Epidemiologi	325
7.5.1	Høretab	325
7.5.2	Ledningslidelser	327
7.5.3	Tinnitus	328
7.6	Konsekvenser af høretab	328
7.6.1	Følsomhed, høretærskelforværring	328
7.6.2	Hørestyrkefunktionen – recruitment	328
7.6.3	Nedsat selektivitet mht. frekvens, niveau og tid	329
7.6.4	Nedsat taleforståelighed	329
7.6.5	Øget maskering	330
7.6.6	Nedsat lydlokalisering	330
7.6.7	Tinnitus	330
7.6.8	Hyperacusis	330
7.6.9	Diplacusis	331
7.7	Klassificering af høretab	331
7.7.1	Baggrund	331
7.7.2	Gennemsnitsværdier for høretærskler	331
7.7.3	Klassificering af støjskader	334
	Litteratur	335
8	Medicinsk behandling	336
8.1	Medicinsk behandling af høreskader	337
8.2	Kirurgisk behandling af høretab	339
8.2.1	Mindre operationer gennem øregangen	339
8.2.2	Større øreoperationer	345
	Litteratur	350

9	Tinnitus	351
9.1	Tinnitusmåling	353
9.1.1	Tinnitusanalyse	353
9.1.2	Maskering	354
9.2	Tinnitusbehandling	355
9.2.1	Kortlægning af baggrund, spørgeskema	355
9.2.2	Forskellige behandlingsformer	356
9.2.3	Fællestræk	358
9.3	Sammenfatning	359
	Litteratur	360
10	Rehabilitering	361
10.1	Måling af funktionstab og handicap	364
10.1.1	Baggrund	364
10.1.2	Funktionstab	365
10.1.3	Handicap	365
10.1.4	Livskvalitet	365
10.1.5	Spørgeskemaer	366
10.2	Individuel plan for rehabilitering	367
10.2.1	Baggrund	367
10.2.2	Udredningen	368
10.2.3	Målformuleringen	371
10.2.4	Planlægningen	372
10.2.5	Fordelene ved rehabiliteringsplanlægning	374
10.3	Høreapparater, tekniske hjælpemidler, cochlearimplant (CI)	374
10.3.1	Baggrund	374
10.3.2	Høreapparater	375
10.3.3	Tekniske hjælpemidler	395
10.3.4	Cochlearimplantat (CI)	403
10.4	Kognition og taleforståelse	407
10.4.1	Baggrund	407
10.4.2	Taleforståelse med høreapparat	407
10.4.3	Taleforståelse med CI	408
10.4.4	Taleforståelse med taktile hjælpemidler	408
10.4.5	Taktil stimulation	408
10.5	Pædagogiske tiltag og indsatser	409
10.5.1	Baggrund	409
10.5.2	Teknisk orienteret rehabilitering	410
10.5.3	Andre undervisningsbehov	411

10.6	Psykosociale tiltag	419
10.6.1	Baggrund	419
10.6.2	At opfatte information	419
10.6.3	Familie, venner og arbejdsgruppe	420
10.6.4	Helhedsperspektiv	421
10.6.5	Indholdet af rehabiliteringen	421
10.7	Opfølgning på rehabilitering	422
10.7.1	Baggrund	422
10.7.2	Akustiske målinger	422
10.7.3	Psykoakustiske målinger	423
10.7.4	Spørgeskemaer	423
	Litteratur	424
11	Habilitering	426
11.1	Høreapparater, tekniske hjælpemidler og CI til børn	429
11.1.1	Tilpasning af høreapparat til børn	429
11.1.2	Tekniske hjælpemidler til børn: hjemme, i børnehaven og i skolen	440
11.1.3	Kommunikative muligheder for børn med CI	446
11.2	Pædagogisk og psykosocial støtte til døve og hørehæmmede børn	449
11.2.1	Tilbuddet generelt – om retningslinjer for pædagogiske, psykologiske og sociale tiltag	449
11.2.2	Uddybning af retningslinjer for pædagogiske, psykologiske og sociale tiltag	450
11.2.3	Om valg af institution/skole og valg af sprogkode (tegn/tale) ...	457
11.3	Kommunikation og læring i relation til døve og hørehæmmede børns udvikling	458
11.3.1	Læring	459
11.3.2	Tænkning og indre sprog	460
11.3.3	Skolemæssige færdigheder	462
11.3.4	Intelligenstest af døve børn	463
	Litteratur	464
12	Støj	466
12.1	Høreskadelig støj	466
12.1.1	Grænseværdier for høreskade	468
12.1.2	Støj sammenlignet med musik	469
12.1.3	Støj i fritiden	470
12.2	Støjs forstyrrende og generende virkning	470
12.2.1	Støjens gene og støjens fysiske egenskaber	471

12.2.2	Andre faktorerers betydning for støjs forstyrrende virkning	475
12.2.3	Effekten af forstyrrende støj	476
12.3	Taleinterferens	478
12.3.1	Akustisk måleteknik	478
12.3.2	Talesignalet	478
12.3.3	Maskerende støj	482
12.3.4	Høreskade	483
12.3.5	Alder	484
12.3.6	Sprog	484
12.3.7	Mundaflæsning	485
12.4	Søvnforstyrrelser	485
12.5	Andre fysiologiske effekter	487
12.5.1	Stressreaktioner på støj	487
12.5.2	Fysiologiske effekter af infralyd	488
12.5.3	Fysiologiske effekter af ultralyd	489
12.6	Høreværn	489
12.6.1	Valg af høreværn med tilstrækkelig dæmpning	491
12.6.2	Kopper	492
12.6.3	Propper	493
12.6.4	Andre typer høreværn	495
	Litteratur	496
13	Internationale standarder	497
13.1	ISO, International Organization for Standardization	498
13.1.1	Høretærskler og normalkurver for toner med samme hørestyrke	498
13.1.2	Metoder	498
13.1.3	Støj og høreværn	499
13.1.4	Andet ISO	499
13.2	IEC, International Electrotechnical Commission	500
13.2.1	Audiologisk udrustning	500
13.2.2	Øresimulatorer og kunstigt hoved og torso (manikin)	500
13.2.3	Høreapparater	501
13.2.4	Andet IEC	501
13.3	CEN, Europæiske standarder	502
13.3.1	Høreværn	502
	Forkortelser	503
	Indeks	507

Forfattere

Gerhard Andersson, professor, psykolog, Linköpings Universitet, Sverige
Sara Andersson, psykolog, Hörselvården, Härnösand, Sverige
Stig Arlinger, teknisk audiolog, professor, Linköpings Universitetsjukhus, Sverige
Torborg Arvidsson, audionom, Göteborg Universitet, Sverige
Gylfi Baldurson, audiolog, Reykjavik, Island
Diana Berggren, ørelæge, docent, Umeå, Sverige
Anita Danielsson, socionom, Hörselvården, Härnösand, Sverige
Nina Grønnum, fonetiker, professor, Københavns Universitet, Danmark
Arne Gustafsson, ingeniør, Riksgymnasiet for döva och hörselsskadade, Örebro, Sverige
Björn Hagerman, teknisk audiolog, Karolinska Institutet, Stockholm, Sverige
Janne Hartwig Jensen, medicinsk audiolog, Odense sygehus, Odense, Danmark
Kerttu Huttunen, logopæd, professor, Uleåborg Universitet, Finland
Anders Højen, lektor, Syddansk Universitet, Odense, Danmark
Tapani Jauhiainen, medicinsk audiolog, docent, Helsingfors Universitetssygehus, Finland
Anders Jönsson, civilingeniør, Lunds Universitet, Sverige
Jouko Kotimäki, ørelæge, Centralsygehuset, Kajana, Finland
Asbjørn Krokstad, professor, NTU, Trondheim, Norge
Lars Kronlund, teknisk audiolog, Universitetssygehuset, Helsingfors, Finland
Ulf Landström, professor, Arbetslivsinstitutet, Umeå, Sverige
Einar Laukli, teknisk audiolog, professor, Universitetssykehuset Nord-Norge, Tromsø, Norge
Sari Levänen, psykolog, Harvard Medical School, Boston, USA
Ola Lind, ørelæge, Haukeland Universitetssykehus, Bergen, Norge
Anette Dam Lorentzen, psykolog, Kolding, Danmark
Björn Lyxell, psykolog, Linköpings Universitet, Sverige
Bengt Magnusson, ørelæge, Linköpings Universitetssygehus, Sverige
Bob McAllister, fonetiker, lektor, Stockholms Universitet, Sverige
Jean K. Moore, anatom, PhD, House Ear Institute, Los Angeles, USA
Taisto Määttä, fonetiker, lektor, Uleåborg Universitet, Finland
Per Nielsen, audiologopæd, Center for Specialundervisning, København, Danmark
Eva Nyberg, socionom, Hörselvården, Härnösand, Sverige
Kirsten Osen, anatom, professor, Anatomisk institut, Universitetet i Oslo, Norge
Torben Poulsen, civilingeniør, Danmarks Tekniske Universitet, Lyngby, Danmark

Jerker Rönnerberg, psykolog, professor, Linköping Universitet, Sverige
Pia Solholt, psykolog, Aalborgskolen, Ålborg, Danmark
Martti Sorri, ørelæge, professor, Uleåborgs Universitetsygehus, Finland
Birgit Svendsen, audiologopæd, Fredericiaskolen, Fredericia, Danmark
Lisbeth Tranebjærg, genetiker, professor, Københavns Universitet, Danmark
Mats Ulfendahl, fysiolog, professor, Karolinska Institutet, Stockholm, Sverige
Lars van der Lieth, psykolog, Københavns Universitet, Danmark
Ursula Willstedt-Svensson, logoped, Hørselvården, Lunds Universitetssjukhus,
Sverige
Evy Öhrström, docent, Göteborg Universitet, Sverige

Forord

Initiativet til *Nordisk Lærebog i Audiologi* blev taget i Nordisk Audiologisk Selskabs styrelse i år 2000. Der blev nedsat en redaktionskomité med repræsentation fra samtlige nordiske lande og forskellige faggrupper inden for nordisk audiologi. Bogens indhold skulle dække audiologien i hele dens bredde med bidrag fra medicin, teknik og pædagogik. Hensigten var, at lærebogen skulle kunne anvendes af og bidrage med kundskab til alle faggrupper, som arbejder med høreforsorg og audiologi. Bogen er beregnet til at kunne bruges som lærebog i et uddannelsesforløb, men også til studier på egen hånd.

Et stort antal personer i de nordiske lande har bidraget med afsnit af varierende omfang. Redaktionskomitéen vil her udtrykke en stor tak til alle kolleger, som har investeret tid og arbejde i skriveprojektet. Redaktionskomitéen har redigeret og samordnet de indkomne bidrag, og for hvert kapitel har et medlem af komitéen haft hovedansvaret for sammenskrivning og endelig bearbejdning af kapitlet.

Redaktionskomitéens arbejds møder er blevet støttet økonomisk af Nordisk Ministerråd og Nordisk Audiologisk Selskab. De fleste af bogens figurer er udarbejdet med støtte fra Oticon Fonden. Komitéen takker varmt for støtten.

Linköping/Reykjavik/Helsinki/Tromsø/København/Fredericia, 2006

*Stig Arlinger, Gylfi Baldursson, Tapani Jauhiainen,
Einar Laukli, Per Nielsen og Birgit Svendsen*

Forord til den danske udgave

I 2008 blev der påbegyndt en oversættelse til dansk af *Nordisk Lærebog i Audiologi*. Det viste sig hurtigt, at der også var behov for en vis bearbejdning af materialet. I den udstrækning, det har været muligt, er teksten forsøgt ført up to date. Nogle afsnit er forkortet, og andre afsnit er udvidet med nyt materiale. Nogle af de oprindelige figurer er blevet justeret, og der er tilføjet nye illustrationer, hvor det er skønnet hensigtsmæssigt.

I sagens natur kan et afsnit om dansk fonetik og fonologi ikke blot oversættes fra svensk eller norsk. Nina Grønnum, Københavns Universitet, har velvilligt skrevet afsnittet om fonetik og fonologi. Mange, mange tak for det. Tilsvarende må et afsnit om danske børns sprogudvikling også tilpasses danske forhold. Tak til Anders Højen, Syddansk Universitet, for gennemarbejdning af denne tekst. Også tak til Elisabeth Engberg-Pedersen, Københavns Universitet, for en række kommentarer vedrørende lingvistik.

Til sidst skal der rettes en tak til Oticon Fonden, GN Store Nord Fondet og til Høresystemer, Institut for Elektroteknologi, DTU, som har støttet oversættelse, bearbejdning og trykning af den danske udgave af *Nordisk Lærebog i Audiologi*.

Lyngby, 2016

Torben Poulsen

Forord til 2. udgave

I denne udgave er der foretaget følgende væsentlige ændringer: I kapitel 6, om høremålinger, er afsnittet om kontralateral maskering skrevet om med henblik på at gøre det lettere tilgængeligt. Tak til Ture Andersen og Carl Christian Pedersen, Syddansk Universitetshospital, for konstruktiv hjælp til denne omskrivning. Figur 6.7 og 12.9 er gjort mere informative. Lidt tekst med Sabines formel er tilføjet i kapitlet om Akustik. Oversigten over standarder med relation til audiologi er ført up to date med hensyn til årstal m.m.

Lyngby, 2021

Torben Poulsen

Introduktion

Audiologien i Norden har en historie, der går langt tilbage – det ældste høreapparatfirma i Danmark er mere end 100 år gammelt. I mange henseender har nordisk audiologi været banebrydende i internationalt perspektiv. De første internationale audiologikonferencer blev holdt i Sverige i 1950'erne. Nordiske forskere og klinikker har bidraget med ny kundskab på hele området fra basal hørefysiologi til udvikling af avancerede diagnostiske metoder, hjælpemidler og rehabiliteringsmetoder for hørehæmmede. Nordiske høreapparatvirksomheder og høreværnsproducenter er internationalt førende.

Den nordiske model for opbygning af kompetence i høreforsorgen kendetegnes ved et tværfagligt samarbejde. Allerede omkring 1950 samledes repræsentanter for forskellige engagerede faggrupper for at udveksle viden og erfaring, og ikke mindst i 1960'erne blev der etableret en velorganiseret audiologisk virksomhed i de nordiske lande. Det Nordiske Audiologiske Selskab blev et samlingspunkt for audiologien i Norden. Dette foregik gennem nordiske konferencer og gennem tidsskriftet *Nordisk Audiologi*, som fra 1973 blev engelsksproget med titlen *Scandinavian Audiology*. Læger, ingeniører, audiologiassistenter, pædagoger, sociologer, psykologer, pædagoger m.fl. opbyggede et samarbejde, for at de i fællesskab kunne tilbyde den hørehæmmede patient den bedst mulige hjælp med forebyggende indsatser, diagnostik, terapi og (re-)habilitering. For at dette samarbejde skal kunne fungere bedst muligt, forudsætter det, at de forskellige faggrupper behersker deres respektive primære kundskabsområde, men også at de har indsigt i de andre delområder inden for audiologien. En vigtig tradition i nordisk høreforsorg er desuden samarbejdet med brugerorganisationer på lokalt, regionalt og nationalt niveau.

I de år, der er gået, siden *Nordisk Audiologi* kom til, har viften af høreskader ændret sig. Mellemøresygdomme udgør en forholdsvis mindre del, mens skader i det indre øre dominerer. Med den øgede levealder er de aldersrelaterede høretab blevet mere almindelige, og man kan i dag regne med, at 10-15 % af befolkningen har et høretab, der er så stort, at det giver problemer med at opfatte tale i støjende miljøer. En opgørelse viser, at 6-8 % af befolkningen har et høretab, der er så stort, at de kan have glæde af et høreapparat, men kun ca. halvdelen har anskaffet sig et høreapparat.

Audiologi og generel viden om støjskader er en vigtig del af den forebyggende hørebeskyttelse. Høreskader pga. for høje lyd niveauer i for lang tid er i dag ikke bare et arbejdsmiljøproblem, men berører også en række fritidsmiljøer.

De metoder, man anvender til diagnostik af høreskader, har ændret sig væsentligt. Oprindeligt blev der anvendt en række psykoakustiske metoder, der ofte var tidskrævende, og som desuden havde en begrænset pålidelighed mht. at identificere skadens placering og årsag. Det moderne testbatteri omfatter færre metoder, hvor især akustiskfysiologiske og elektrofysiologiske metoder har fået en væsentlig betydning. De er som regel mindre tidskrævende, kræver ingen aktiv medvirken fra patientens side og har betydelig større træfsikkerhed mht. bestemmelse af skadens placering. Det audiologiske testbatteri er desuden blevet forstærket gennem den udvikling, der er sket med computerbaseret røntgentomografi (CT) og magnetisk resonansteknik (MRI). Genetikens betydning for både medfødte og erhvervede høreskader har udviklet sig stærkt og har givet øget viden om bl.a. samspillet mellem arv og miljø i forbindelse med høreskader.

Høreapparatteknikken har også gennemgået en omfattende udvikling. Fra at være domineret af kropsbårne apparater med lineær forstærkning i et begrænset frekvensområde og med begrænsede indstillingsmuligheder, omfatter sortimentet i dag apparater baseret på avancerede digitale signalprocessorer, som ligger i mikroelektronikkens frontlinje. Denne dramatisk øgede kompleksitet stiller naturligvis øgede krav til kundskaber, både mht. den mængde af egenskaber, som karakteriserer signalbehandlingen, og til brugerens mulighed for at udnytte den moderne høreapparatteknologi.

Cochleaimplantat (CI) er en ny mulighed for at hjælpe stærkt hørehæmmede personer. Siden midten af 1980'erne er CI blevet udnyttet i voksende omfang i de nordiske lande. Selv om dette hjælpemiddel i begyndelsen blev betragtet med en vis skepsis, har erfaringen vist, at det har fået uhyre stor betydning for mange; det gælder døvblevne voksne i alle aldre, men især børn med medfødt svært høretab. I dag er CI et helt accepteret hjælpemiddel på linje med høreapparater.

Også den social-pædagogiske behandling af hørehæmmede patienter har gennemgået en væsentlig udvikling i lighed med udviklingen af samfundets øvrige ressourcer for personer med funktionsnedsettelse. Vigtigheden af at tage hensyn til det enkelte individs totale situation er blevet forstærket. Relationen mellem patient og sundhedspersonale har gennemgået en tydelig forandring, hvor den hørehæmmede person nu selv deltager i rehabiliteringsprocessen. Kendskab til og indsigt i høreskaden, høreapparatet, høretaktik etc. er væsentlige elementer i en vellykket rehabilitering.

En væsentlig udvikling i de seneste mange år, som måske ikke er så tydelig, gælder international standardisering. Dette arbejde, som mange nordiske kolleger har været engagerede i, drejer sig om ensartede krav til udstyr og metoder til høremålinger. Standardiserede metoder til at måle og beskrive høreapparaters

egenskaber er blevet udarbejdet, selv når høreapparatteknologien undertiden har været hurtigere end den tilsvarende udvikling af standardiserede målemetoder. For høreværn er der udarbejdet standardiserede metoder til måling af lyd dæmpning og andre egenskaber og tilhørende kravspecifikationer.

På visse høreklinikker i Norden er personalet også engageret i diagnostik og behandling af patienter med svimmelhed og balanceproblemer. Dette kundskabsområde er ikke medtaget i denne bog.

Hvordan den nordiske audiologi kommer til at udvikle sig i fremtiden, er naturligvis ikke til at forudsige. Selv om vidensniveauet har udviklet sig dramatisk siden 1950'erne, er der stadig mange store huller i vores viden om hørelse og høretab. Disse huller kan forhåbentlig gradvist udfyldes i fremtiden, både gennem forskning og udvikling i de nordiske lande og gennem tilegnelse af ny viden fra audiologien i andre dele af verden.