

SAMENVATTING

Computertomografie van het rotsbeen bij otosclerose en bij de ziekte van Menière

Het doel van dit onderzoek was na te gaan of met 'hoge resolutie' computertomografie bij otosclerose en bij de ziekte van Menière meer informatie kan worden verkregen dan met conventionele polytomografie. Dit proefschrift bestaat uit drie delen. Het eerste deel geeft een kort overzicht van enkele principes van de computertomografie en een computertomografische atlas van het normale rotsbeen in de, voor deze studie gebruikte, otoradiologische vlakken. Het tweede en derde deel vormen het eigen onderzoek en geven de bevindingen weer bij respectievelijk otosclerose en de ziekte van Menière.

Deel I

Computertomografie van het rotsbeen.

In het eerste deel worden, voor een goed begrip van de mogelijkheden en beperkingen van computertomografie van het rotsbeen, de begrippen als 'Hounsfield units', 'image reconstruction', 'pixels', 'voxels', 'partial volume averaging', 'geometrical enlargement' behandeld. Tevens wordt toegelicht onder welke condities artefacten kunnen optreden. In het onderzoek werd gebruik gemaakt van de Philips Tomoscan 310/350 die is uitgerust met een experimentele 'table swivel'. In combinatie met speciaal ontworpen hoofddeuken is direct scannen van het rotsbeen mogelijk in vrijwel elk otoradiologisch vlak. Deze directe techniek heeft, voor wat betreft het met goed contrast zichtbaar maken van fijne details in het rotsbeen, verre de voorkeur boven de indirecte (reconstructieve) beeldvorming.

In de atlas van het rotsbeen wordt de normale anatomie van het rotsbeen in de volgende vlakken behandeld:

1. Transversale vlak (Hirtz)
2. Sagittale vlak
3. Coronaire vlak
4. Axio-petrosale vlak (Pöschl)
5. Semi-axiale vlak (Guillen)
6. Semi-longitudinale vlak (Zonneveld)

Een matrix (gemodificeerd naar Zonneveld) is opgenomen waarin de optimale vlakken voor de diverse anatomische structuren van het rotsbeen staan aangegeven.

Het transversale vlak (Hirtz) diende steeds als uitgangspunt voor verder onderzoek omdat alle overige genoemde vlakken in verschillende richtingen loodrecht op dit vlak staan. Beide rotsbeenderen worden in dit vlak gelijktijdig afgebeeld, waardoor fouten in de positionering van de patient gemakkelijk kunnen worden gecorrigeerd. Tevens zijn de meeste details van het rotsbeen in dit vlak goed zichtbaar.

Deel II

Computertomografie van het kapsel van de cochlea bij otosclerose.

In het tweede deel van deze studie wordt, in de inleiding, ingegaan op enkele facetten van de ziekte otosclerose (definitie, klinische aspecten). Vervolgens wordt een deel van de histopathologie, betrekking hebbend op de otospongiotische en otosclerotische veranderingen in het labirynthkapsel, behandeld. Een literatuuroverzicht wordt gegeven van voorgaande radiologische onderzoeken van het rotsbeen bij otosclerose; deze studies zijn voor het merendeel gedaan met behulp van klassieke planigrafische technieken.

Probleemstelling

De probleemstelling voor ons eigen onderzoek luidde als volgt:

1. Welke otoradiologische vlakken zijn het meest geschikt om het benige labirynth (en met name het cochleaire kapsel) af te beelden?
2. Wat is de normale dichtheid van het labirynthkapsel? Verandert deze met de leeftijd?
3. Is het mogelijk om met CT otosclerotische/otospongiotische foci aan te tonen? Hoe vaak komen deze voor bij patiënten met otosclerose? Zijn er predelectieplaatsen voor deze foci? Is het mogelijk om 'gezezen' (geremineralseerde) foci zichtbaar te maken?
4. Komen deze lesies ook voor in gezonde oren van patiënten met een eenzijdige otosclerose?
5. Hoe ernstig moet de ontkalking van een focus zijn om met CT zichtbaar te worden?
6. Is het perceptieve gehoorsverlies gecorreleerd met de mate van ontkalking? Zo ja, is er een verband tussen de locatie van het focus in het cochleaire kapsel en de mate van gehoorsverlies voor frequenties die nabij deze locatie worden gepercipieerd?

Materiaal

De rotsbeenderen van 84 patiënten, bij wie de diagnose otosclerose tijdens operatie werd bevestigd, en 23 controle patiënten werden gescand in het transversale en semi-longitudinale vlak. Patiënten c.q. oren met tekenen van doorgemaakte otitiden, beëngelings gehoorsverlies met een andere oorzaak dan otosclerose en vestibulaire symptomen, werden uitgesloten. Patiënten ouder dan 60 jaar werden tevens uitgesloten als er tekenen waren van presbycusis. Op grond van deze criteria kwamen er in totaal 134 oren met otosclerose, 13 'gezonde' oren van patiënten met eenzijdige otosclerose en 35 controle oren voor deze studie in aanmerking.

Methoden

Alle rotsbeenderen werden gescand in het transversale en semi-longitudinale vlak. Dit laatste vlak loopt nagenoeg parallel aan de basis van de cochlea en aan het achterste halfcircelvormige kanaal. Het is daarom zeer geschikt voor de beoordeling van het cochleaire kapsel. In die gevallen waarin extra informatie over het ovale venster gewenst was werd ook in het semi-axiale (Guillen) vlak of axio-petrosale (Pöschl) vlak gescand.

Alle CT scans werden op twee manieren onderzocht:

1. *Visueel onderzoek*, waarbij gezocht werd naar ophelderingen in het labirynthkapsel.
2. *Densitometrisch onderzoek*: dichtheidsmetingen werden uitgevoerd waarbij de maximum en

minimum dichtheid van het labirynthkapsel werd bepaald. Daarnaast werd de dichtheid op vier vastomschreven punten in het cochleaire kapsel gemeten. De gevonden waarden werden gecorreleerd met het beengleidingsverlies bij 250, 500, 1000, 2000 en 4000 Hz.

Resultaten

1. Visuele studie

In het benige labirynthkapsel van controle oren en gezonde oren van patiënten met eenzijdige otosclerose werden geen afwijkingen gezien. Van de 84 patiënten met otosclerose had 20% eenzijdig (N=3) of tweezijdig (N=13) zichtbare afwijkingen op de CT scans. Deze afwijkingen uitte zich als ophelderingen met een wisselend aspect, variërend van onregelmatig en vlekkelig tot tamelijk regelmatige 'ringen' om het gehele labirynthaire lumen. De haarden waren vrijwel altijd aanwezig rond het ovale venster. Andere voorkeursplaatsen konden niet worden aangetoond.

2. Densitometrische studie

Gemiddeld bedroeg de maximum dichtheid van het labirynthkapsel in de controlegroep 2055 H (± 74) en de minimum dichtheid 1804 H (± 65). Deze dichtheden correleerden niet met de leeftijd.

In de oren met otosclerose bedroegen deze waarden gemiddeld 2094 H (± 75) en 1576 H (± 350). Zowel de maximum als de minimum dichtheid bleek enigszins toe te nemen met de leeftijd. De standaarddeviatie van de gemiddelde minimum dichtheid bleek aanmerkelijk hoger te zijn in vergelijking tot normaal, terwijl de spreiding van de maximum dichtheid nagenoeg gelijk was met die van de controle oren. Op grond van deze bevindingen werden de oren met otosclerose gecategoriseerd in 3 groepen afhankelijk van de gemeten minimum dichtheid. Als normaal werd beschouwd een minimum dichtheid als die van de controle oren (1804 H) plus en min tweemaal de standaard deviatie: 1934 - 1674 H. De groep van 134 oren met otosclerose viel hierdoor uiteen in drie subgroepen: oren met een:

1. minimum dichtheid toegenomen	(> 1934 H)	N = 9
2. minimum dichtheid normaal	(1674 - 1934 H)	N = 50
3. minimum dichtheid afgenomen	(< 1674 H)	N = 75

Bij de dichtheidsmetingen in het benige labirynthkapsel bleek er in 56% (N=75) van de oren een meer of minder ernstig dichtheidsverlies aanwezig te zijn. Er waren dus gevallen waarbij geen ontkalkingen werden gezien op de scans maar wel werden gemeten.

De subgroep van oren met een minimum dichtheid lager dan normaal (< 1674 H) werd derhalve onderverdeeld in twee groepen. De scheiding tussen deze twee groepen werd gekozen bij een minimum dichtheid van 1500 H. Alle oren met zichtbare ontkalkingen (op een na) vielen in de groep met minima lager dan 1500 H (N=26).

3.1. oren met een 'matig dichtheidsverlies'	(1500 - 1674 H)	N = 49
3.2. oren met een 'ernstig dichtheidsverlies'	(< 1500 H)	N = 26

De gemeten minimum dichtheid in het labirynthkapsel, die werd beschouwd als een maat voor de ernst van de ontkalking, bleek negatief gecorreleerd te zijn met het perceptieve

gehoorsverlies dat in deze oren werd gemeten: hoe lager de minimum dichtheid in het kapsel, des te ernstiger was het gehoorsverlies. Deze correlatie bleek het hoogst te zijn met het gehoorsverlies in de hogere frequenties (1000, 2000 en 4000 Hz) bij de oren met een matig dichtheidsverlies.

De hoogste correlaties werden gevonden tussen:

- het gehoorsverlies bij 4000 Hz en de dichtheid in het meetpunt 3,
- het gehoorsverlies bij 1000 en 2000 Hz en de dichtheid in het meetpunt 4.

Punt 3 ligt het dichtst bij de basale winding van de cochlea en punt 4 bij de tweede winding. Daar de hoge tonen worden gepercipieerd in de basale winding en de lage in de apicale winding, duidt deze bevinding op een mogelijk verband tussen de plaats van de laesie in het cochleaire kapsel en de ernst van het gehoorsverlies voor de frequenties die het dichtst bij deze plaats waargenomen worden.

Voor de patienten met otosclerose aan een zijde waren de meetwaarden van de maximum en minimum dichtheid respectievelijk 2092 H (± 61) en 1841 H (± 68) voor de gezonde oren (N=13). Deze waarden, noch die van de vier meetpunten, verschilden significant met die van de controle oren.

Wij menen met deze techniek een methode te hebben ontwikkeld waarmee het beloop van de ziekte 'cochleaire otosclerose' kan worden bestudeerd. Tevens zou op deze wijze het effect van een behandeling met natriumfluoride op de mineralisatie van de spongiotische haarden in het labrynthkapsel kwantitatief gevolgd kunnen worden.

Deel III

Computertomografie van de Aquaeductus Vestibularis bij de ziekte van Menière.

In dit deel van het proefschrift wordt in de inleiding ingegaan op enkele algemene aspecten van de ziekte van Menière: definitie, incidentie, klinische aspecten en de pathofysiologie.

Er wordt verondersteld, dat de verschijnselen bij de ziekte van Menière het gevolg zijn van een overdruk in de endolymphatische ruimten van het labrynth ('hydrops'), hoewel een zeker bewijs daarvan tot op heden niet is geleverd. De ductus endolymphaticus, die door een benig kanaal in het rotsbeen loopt (het vestibulaire aqueduct), speelt een rol in de afvoer van endolympe. Bij stagnatie van deze afvoer zou hydrops kunnen ontstaan.

Probleemstelling

Een literatuuroverzicht toont aan, dat de resultaten van eerdere (polytomografische) studies van het vestibulaire aqueduct bij de ziekte van Menière wat betreft de gevonden afwijkingen sterk uiteen lopen en soms met elkaar in tegenspraak zijn. De vraagstellingen van ons onderzoek luiden daarom:

1. Is het mogelijk om met behulp van CT het vestibulaire aqueduct zichtbaar te maken? Welke otoradiologische vlakken zijn daarvoor het meest geschikt? Is het mogelijk de afmetingen van het aqueduct te bepalen?
2. Is er een verschil in zichtbaarheid van het vestibulaire aqueduct tussen die van normale oren, oren met klinische verschijnselen van de ziekte van Menière en 'gezonde' oren van patiënten met eenzijdige Menière?
3. Is er een verband tussen de zichtbaarheid van het vestibulaire aqueduct en de ernst van het gehoorsverlies, de duur van de ziekte of de leeftijd?

Materiaal

Na een patientenselectie (volgens de definitie zoals die in de Utrechtse kliniek wordt gehanteerd) werden 55 patiënten met enkelzijdige (N=46) of tweezijdige (N=9) Menière tot dit onderzoek toegelaten. De oren van 30 patiënten zonder otologische afwijkingen dienden als controlegroep. Na toepassing van de uitsluitingscriteria konden 64 oren met Menière, 40 'gezonde' oren van Menière patiënten en 50 controle oren worden geëvalueerd.

Methoden

1. Visuele studie

Alle rotsbeenderen van patiënten en controles werden, zoals gebruikelijk, gescand in het transversale (Hirtz) vlak. Het axio-petrosale vlak (Pöschl) werd als tweede vlak gebruikt vanwege de goede reproduceerbaarheid.

Een subjectieve waarderingschaal in 5 klassen werd opgesteld voor de zichtbaarheidskwaliteit van het vestibulaire aqueduct:

Klasse 1: Het aqueduct is niet zichtbaar met CT.

Klasse 2: Alleen de apertura is zichtbaar.

Klasse 3: Het aqueduct is juist zichtbaar en nauw.

Klasse 4: Het aqueduct is 'normaal' zichtbaar.

Klasse 5: Het aqueduct is wijder dan normaal.

De scans van alle patiënten en controles werden blind onderzocht (zonder patientengegevens) door twee onderzoekers, onafhankelijk van elkaar.

2. Lengtemeting

Een methode werd ontwikkeld om de lengte van het vestibulaire aqueduct te meten op basis van scans in twee loodrecht op elkaar staande vlakken. Vervolgens werden de gegevens van de visuele evaluatie en van de lengtemeting gecorreleerd met de leeftijd van de patient, het gehoorsverlies en de duur van de ziekte.

Resultaten

Bij de controle oren bleek het vestibulaire aqueduct in 74% 'normaal' zichtbaar te zijn. In de oren met Menière was dit percentage 25% en in de 'gezonde' oren van Menière patiënten 35%. De lengte van het aqueduct was in de oren van de controlegroep 7.7 mm (± 1.6), van de aangedane oren 5.5 mm (± 2.1) en van de 'gezonde' oren van patiënten met eenzijdige Menière 5.7 mm (± 2.4).

In de oren met klinische verschijnselen van de ziekte van Menière bleek het vestibulaire

aqueduct dus evident slechter zichtbaar te zijn dan in de controlegroep. Dit zou kunnen duiden op een vernauwing van deze structuur. Tevens was het aqueduct significant korter dan in de controlegroep. In de 'gezonde' oren van patiënten met een eenzijdige Menière vonden wij nagenoeg dezelfde verschillen ten opzichte van normaal als bij de 'zieke' oren. Dit zou kunnen betekenen, dat de 'gezonde' oren van patiënten met eenzijdige Menière een groter risico hebben om dezelfde verschijnselen te krijgen dan normale oren.

Een verband tussen de zichtbaarheid van het aqueduct kon noch met de leeftijd noch met de mate van het gehoorsverlies worden aangetoond. Dit was evenmin het geval voor de lengte van het aqueduct.

Wel bleek de lengte van het aqueduct in de oren van patiënten met een duur van de ziekte langer dan 5 jaar significant korter te zijn ($4.8 \text{ mm} \pm 1.9$) dan in die van patiënten met een ziektegeschiedenis korter dan 5 jaar ($6.2 \text{ mm} \pm 2.1$). Dit zou kunnen duiden op een tot dusver onbekend actief proces in het bot van het rotsbeen ter plaatse van het vestibulaire aqueduct.