

Check My Fit helpt gebruikers bij het plaatsen van hun hoortoestellen

Qi Yang, PhD; Michalis Papakostas, PhD; Jack Scott III, PhD; Greg Olsen, MS HCI; Kirill Kondrashov, PhD

SAMENVATTING

Het indoen van hoortoestellen is een essentiële taak die iedere hoortoesteldrager dagelijks moet doen. Het correct plaatsen van hoortoestellen kan voor velen een uitdaging zijn. Check My Fit is een smartphone-tool via de ReSound Smart 3D-app waarmee gebruikers snel een foto kunnen maken van de plaatsing van hun hoortoestel, zodat ze hun hoortoestel correct kunnen dragen. Om de bruikbaarheid en het potentiële voordeel van Check My Fit te evalueren, hebben we laboratorium- en veldonderzoek uitgevoerd. We ontdekten dat Check My Fit over het algemeen eenvoudig te leren en te gebruiken is, en dat het plaatsen van hoortoestellen met behulp van Check My Fit vaak van een hogere kwaliteit is dan het plaatsen zonder de tool. Check My Fit heeft het potentieel echt voordeel te bieden voor nieuwe gebruikers die leren hun hoortoestellen te plaatsen.

De meeste hoorspecialisten kennen het volgende: u ziet een gebruiker die zijn hoortoestellen onjuist heeft geplaatst, en u moet zich inhouden om niet even snel uw arm uit te steken en ze goed in te doen. Hoorspecialisten weten dat, wanneer hoortoestellen niet correct gedragen worden, ze meestal beter zichtbaar zijn en minder comfortabel. Het audiologische voordeel kan verminderd worden, omdat het versterkte geluid mogelijk niet goed aan het trommelvlies wordt afgegeven en er feedback kan optreden. En er is een verhoogd risico op verlies van de hoortoestellen, omdat ze ongemerkt uit het oor kunnen vallen. Daarom is het plaatsen van hoortoestellen een cruciale taak die hoortoesteldragers dagelijks doen en een belangrijke vaardigheid die hoorspecialisten hen leren. De hoorspecialist heeft echter niet veel opties die gebruikers mee naar huis kunnen nemen om hen te helpen met dit belangrijke aspect van het dragen van hoortoestellen. Partners kunnen instructies krijgen om te zorgen dat de gebruiker het hoortoestel correct draagt, en er zijn visuele richtlijnen in de gebruikershandleidingen van het hoortoestel beschikbaar. Daarnaast wordt vaak een spiegel gebruikt bij het plaatsen van hoortoestellen, maar dit geeft een onvolledig beeld. Er zijn spiegels met een bredere kijkhoek beschikbaar, maar die zijn onhandig in gebruik en onpraktisch voor gebruikers om bij zich te dragen.

Zelfs met een goed zicht op het oor en het hoortoestel moet de gebruiker nog steeds vertrouwen op het geheugen om te weten of ze het hoortoestel goed hebben geplaatst. Het onthouden en vervolgens herkennen van een visuele scène is moeilijker dan het vergelijken van twee visuele scènes. Daarnaast kan het herkenningssysteem afnemen naarmate mensen ouder worden.^{1,2} Dit is relevant voor het leren plaatsen van hoortoestel-

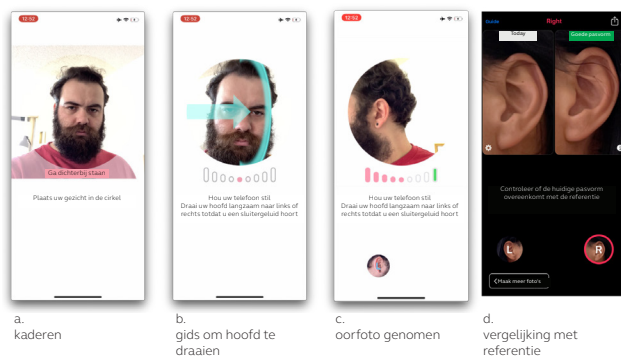
len, omdat gebruikers moeten onthouden hoe een ideale persoonlijke inbrenging eruitziet nadat ze de aanpassingen hebben verlaten.

ReSound volgt de filosofie van Organisch horen™ bij het ontwikkelen van hoortoestellen. De principes van Organisch horen bieden een leidraad bij het creëren van oplossingen om mensen te helpen natuurlijk te horen, zich natuurlijk te voelen en op natuurlijke wijze verbonden te zijn met hun omgeving en andere apparaten. Het principe van een natuurlijk gevoel betekent dat we oplossingen bieden die de fysieke inspanning minimaliseren en het comfort voor de gebruiker verhogen. In overeenstemming met dit principe introduceert ReSound Check My Fit om gebruikers te ondersteunen bij het plaatsen van hun hoortoestellen, zodat ze deze comfortabel, zelfverzekerd en veilig kunnen dragen en gedurende de dag het beoogde voordeel kunnen behalen. Check My Fit is een geautomatiseerde oplossing op basis van een smartphone waarmee gebruikers snel een foto kunnen maken van de plaatsing van hun hoortoestel en deze kunnen vergelijken met een referentie van de ideale plaatsing. Dit lost twee problemen op: a) het niet eenvoudig kunnen zien van hun specifieke hoortoestel in hun eigen oor, en b) onthouden hoe een goede plaatsing eruit zou moeten zien. Daarnaast is Check My Fit in eerste instantie een tool voor Receiver-in-het-oor (RIE) hoortoestellen. Dat zijn maar liefst 81% van de hoortoestellen die verkocht worden in de VS.³ In dit document wordt de technologie achter Check My Fit beschreven. Daarnaast wordt bewijs geleverd dat het eenvoudig en effectief is voor hoortoestelgebruikers om te leren en te gebruiken, en dat het potentiële voordelen voor nieuwe hoortoestelgebruikers biedt.

Human Interface-design

Het maken van een foto van uzelf – een selfie – is een veelgebruikte optie van smartphones die voor de meeste mensen gemakkelijk is. De eenvoud van selfies op smartphones inspireerde ons om te ontdekken hoe dit toegepast kon worden om de pasvorm van hoortoestellen te controleren. Hoewel een selfie eenvoudig is, is het maken van een foto van iemands oor moeilijk. Een gebruiker die een smartphone naast zijn oor houdt, kan het scherm niet zien en de foto niet goed inkaderen. Ook kan hij niet eenvoudig op de sluiterknop drukken. Het ontwerp van Check My Fit in de ReSound Smart 3D™ app breidt de selfie-interactie uit door het proces van het inkaderen en maken van oorfoto's te automatiseren in de volgende stappen (Afbeelding 1):

- Met behulp van de camera aan de voorzijde van de smartphone begeleidt Check My Fit een gebruiker om zijn gezicht op het scherm te centreren (Afbeelding 1a).
- Een algoritme voor het volgen van het gezicht wordt gebruikt om de gebruiker interactief te begeleiden bij het langzaam naar links of rechts draaien van het hoofd terwijl de smartphone in de oorspronkelijke positie wordt gehouden (Afbeelding 1b).
- Terwijl de gebruiker zijn hoofd draait, gebruiken we computervisie om zijn oor te lokaliseren. Wanneer een oor wordt gedetecteerd en stabiel is in een goede positie, wordt er automatisch een foto genomen en bijgesneden. Het instrument biedt tijdens dit proces bijna continue auditieve en tactiele feedback, omdat de gebruiker het scherm niet altijd kan zien (Afbeelding 1c).
- Nadat de foto is gemaakt, kunt u met een gebruikersinterface de huidige foto vergelijken met een referentiefoto, die is vastgelegd tijdens de eerste aanpassessie onder begeleiding van een hoorspecialist (Afbeelding 1d).



Afbeelding 1. Check My Fit designflow: (a) hulp om het gezicht in het frame te plaatsen (b, c) interactieve instructies om oorfoto's te maken (d) vergelijking met referentiefoto.

Check My Fit biedt overvloedige auditieve, visuele en tactiele feedback op de smartphone om gebruikers op de hoogte te houden en betrokken te blijven bij het fotograferen. In het bijzonder bij het kaderen van het gezicht worden ondersteunende tekst en een geanimeerd kader geleverd. Zodra het gezicht van de gebruiker goed omkaderd is, geeft een pijl de gebruiker aan om het hoofd te draaien. Een dynamische voortgangsvizualisatie met audiotonen en haptische feedback, die allemaal overeenkomen met de mate waarin het hoofd draait in realtime, is

ook bedoeld om de gebruiker te begeleiden bij de intuïtieve bediening van Check My Fit. De continue feedback helpt om de gebruikers door de activiteit te leiden, zelfs wanneer ze het scherm niet meer kunnen zien. Tot slot klinken er anticiperende pieptonen en een sluitergeluid wanneer er een stabiel oor wordt gedetecteerd en de foto wordt genomen. Deze hoorbare feedback informeert de gebruiker om de telefoon stabiel te houden en te wachten tot de opname klaar is terwijl hij/zij het scherm niet meer kan zien.

Software architectuur

Het Check My Fit-prototype is gebouwd voor iPhone op het iOS-platform, hoewel deze functie in de handel verkrijgbaar is voor zowel iOS als Android™. We gebruikten ARKit⁴ om de oriëntatie van het gezicht van de gebruiker in realtime te volgen met behulp van de camera aan de voorzijde en sensoren. ARKit face-tracking maakt gebruik van gestructureerde - lichtdieptegevoelige hardware die aanwezig is op recente iOS-apparaten. De gezichtsoriëntatie wordt gebruikt om realtime audio-, visuele en haptische feedback te stimuleren zoals hierboven uitgelegd. Wanneer het gezicht van de gebruiker meer dan 40 graden horizontaal wordt gedraaid, wordt een op maat gemaakt computerbeeldmodel met gehoordetectie geactiveerd. Zodra een oor is gedetecteerd in het camerabeeld dat stabiel wordt geacht, wordt automatisch een beeld vastgelegd en rond het oor bijgesneden. Zowel gezichtsherkenning als oordetectie werken in realtime.



Om Check My Fit voor te stellen aan nieuwe gebruikers, hebben we een korte instructievideo van 30 seconden gemaakt waarin het gebruik van de tool wordt getoond. Deze video is gebruikt in de onderzoeken die in deze paper worden beschreven.

OORDETECTIE

We hebben een computervisiemodel op basis van het You Only Look Once (YOLO) versie 2 realtime objectdetectiealgoritme⁵ getraind om oren te herkennen. We hebben 1000 beelden verzameld en handmatig geannoteerd uit het publieke domein en uit onze voorlopige gebruikersstudie. Geleid door het bestaande werk om vooroordelen in machineleermodellen te vermijden,⁶ hadden we trainingsafbeeldingen van verschillende huidtinten, etniciteiten en leeftijden, evenals perspectieven, lichtomstandigheden en oormaten om rekening te houden met de diversiteit van de gebruiker en het gebruik van de tool in verschillende situaties.

KWALITATIEVE EVALUATIE VAN OORDETECTIE

Het oordetectiemodel werd kwalitatief beoordeeld door de auteurs, waarvan er één een zeer ervaren audioloog is. We voerden het model offline uit op een testdataset van 255 beelden en breidden vervolgens het begrenzende vak om het gedetecteerde oor uit naar een vierkant op basis van de grootste dimensie om de gebruiker meer context te laten zien. Dit is identiek aan hoe Check My Fit het model gebruikt. De bijgesneden beelden op basis van het uitgebreide begrenzende vak werden kwalitatief beoordeeld. Elke beoordelaar kende een score

toe voor slagen of niet-slagen aan elke afbeelding op basis van de kwaliteit van het gewas. Een beeld is alleen geslaagd als een oor werd gedetecteerd en gecentreerd in het bijgesneden beeld en de bijgesneden randen relatief strak rond het oor lagen (zie afbeeldingen in Figuur 2). De kwalitatieve beoordeling toonde aan dat de detectie slaagde in 97% van de testdataset en de beoordelaars waren het er sterk over eens welke beelden als geslaagd werden beschouwd, wat suggereert dat het oordetectie-model betrouwbaar is.

Gebruikersstudies

We hebben twee onderzoeken uitgevoerd om de prestaties van Check My Fit te beoordelen: Een klein, op bruikbaarheid gericht laboratoriumonderzoek waarin deelnemers de tool in een sessie van een uur gebruikten, gevolgd door een veldonderzoek van 2 weken waarin de onboarding/aanpassingsperiode van typische nieuwe dragers van hoortoestellen wordt gesimuleerd om de mogelijke voordelen van Check My Fit verder te onderzoeken bij het ondersteunen van zelfplaatsing.

In beide onderzoeken hebben we de inbrengkwaliteit beoordeeld aan de hand van een subjectieve schaal van 0 tot 10 die aansluit bij de visueel waarneembare plaatsingsdiepte van het hoortoestel, waarbij 10 een optimale pasvorm is en 0 overeenkomt met de receiver die helemaal niet geplaatst is (zie Afbeelding 2).

Onderzoek 1: Laboratorium pilotstudie

We hebben een eerste onderzoek uitgevoerd om de bruikbaarheid van Check My Fit te evalueren, of gebruikers getraind kunnen worden om de kwaliteit van het plaatsen van het hoortoestel visueel te beoordelen, vergelijkbaar met die van een hoorspecialist, en om de relatie te kwantificeren tussen visuele kwaliteit en akoestische kwaliteit van het plaatsen van het hoortoestel. Check My Fit werd vergeleken met zelfplaatsing zonder tools en met zelfplaatsing met behulp van een inklapbare handspiegel. Deelnemers werden aangemoedigd met ReSound RIE-hoortoestellen gekoppeld aan gesloten eartips en geprogrammeerd met 15 dB vlakke versterking. Audioscan Verifit werd gebruikt om Real Ear Insertion Gain (REIG) te meten.

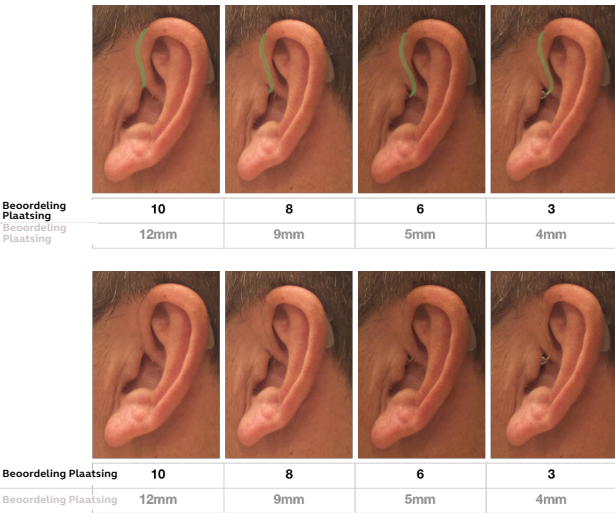
Opzet van het onderzoek

Zeven medewerkers van ReSound die niet in de techniek of audiologie werkten, namen deel. Ze waren 41-66 jaar oud, en het waren 4 mannen en 3 vrouwen. Alle deelnemers waren competent in algemeen smartphonegebruik. Twee deelnemers hadden eerdere ervaringen met hoortoestellen. Iedere deelnemer was getraind in het correct plaatsen van de hoortoestellen en heeft de kans gekregen om de kwaliteit van het plaatsen te oefenen en visueel te beoordelen met behulp van een handspiegel. Er is een referentieoorfoto gemaakt van de juiste plaatsing van het hoortoestel door de hoorspecialist, en de deelnemers werd vervolgens gevraagd om Check My Fit te leren zonder instructies. Ze plaatsten de hoortoestellen zelf meerdere keren in één sessie van 90 minuten.

Er waren 5 gebruiksvoorwaarden:

- 1. Plaatsen zonder gereedschap
- 2. Plaatsen met Check My Fit
- 3. Plaatsen met inklapbare handspiegel
- 4. Geforceerde fout beoordeeld met Check My Fit
- 5. Geforceerde fout beoordeeld met inklapbare spiegel

Om de akoestische kwaliteit van verschillende visuele plaatsingskwaliteiten te beoordelen, plaatste de hoorspecialist de hoortoestellen vervolgens met verschillende plaatsingsclassificaties, zoals weergegeven in Figuur 2. Voor elke rating werd REIG uitgevoerd.



Figuur 2. Voorbeeld van plaatsingskwaliteitsbeoordelingen: de score komt overeen met de plaatsingsdiepte, gemeten van de uitwendige gehoorgang tot het meest laterale deel van de receiver. Het receiverslangetje is gemarkeerd in het bovenste paneel om de plaatsingen beter te illustreren.

Bij geforceerde fouttaken heeft de hoorspecialist eerst het hoortoestel ingebracht met een opzettelijk slechte plaatsingskwaliteit van 3. Deelnemers kregen de opdracht om de plaatsingskwaliteit te beoordelen met behulp van Check My Fit of de inklapbare spiegel en werden gevraagd om de plaatsing naar behoefte aan te passen. We wilden observeren hoe deze twee tools hen hielpen de plaatsingskwaliteit te beoordelen en te verbeteren vanuit een gemeenschappelijk uitgangspunt. Na elke plaatsing heeft de hoorspecialist de plaatsingsdiepte gemeten en de plaatsingskwaliteit beoordeeld. De volgorde van de taken 2,3, en 4,5 waren gebalanceerd om priming effecten te vermijden. Aan het einde van de sessie werd een demografische enquête en een kort interview afgenomen.

Resultaten

BRUIKBAARHEID

Check My Fit bleek eenvoudig te leren en te gebruiken, en deelnemers konden snel een foto van hun oor maken. Met alleen de instructievideo konden alle deelnemers Check My Fit leren gebruiken, waarbij de meesten van hen direct het juiste gebruik leerden. Dit suggereert dat de videotutorial alleen al in dit opzicht effectief was.

Aan het einde van het onderzoek gaven 5 van de 7 deelnemers de voorkeur aan Check My Fit en twee deelnemers gaven de voorkeur aan de inklapbare spiegel als hulpmiddel bij het plaatsen van het hoortoestel. Deelnemers die de voorkeur gaven aan Check My Fit vonden het prettig om hun plaatsingsfoto te kunnen vergelijken met de referentiefoto, wat het cognitieve voordeel van visuele vergelijking onderstreept zonder te vertrouwen op iemands geheugen. Bovendien vonden ze het prettig dat de app beschikbaar was op hun telefoon en ze geen extra tool nodig hadden. Eén deelnemer die de voorkeur gaf aan de spiegel liet weten dat een spiegel de mogelijkheid geeft om het oor in realtime te bekijken tijdens het plaatsen, terwijl het maken van een foto niet realtime is.

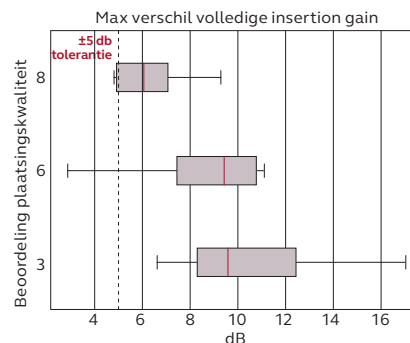
PLAATSINGSDIEPTE EN -KWALITEIT

De deelnemers konden een hoogwaardige zelfplaatsing realiseren, ongeacht of ze Check My Fit of de spiegel gebruikten. Aangezien de initiële vaardigheden van de deelnemers al hoog waren, zagen we geen verbetering ten opzichte van het gebruik van de twee tools. Bovendien waren alle deelnemers in de geforceerde foutentests in staat om een slechte plaatsing te corrigeren naar een hoogwaardige plaatsing (gemiddelde score van 8-9) met zowel Check My Fit als de spiegel. De hoge mate van competentie is waarschijnlijk te wijten aan het feit dat deelnemers de plaatsing onmiddellijk na de instructie deden en aan de vertrouwdheid die sommigen al hadden met hoortoestellen.

INSERTION GAIN

We hebben ontdekt dat een kleine verandering in de plaatsingsdiepte van de luidspreker van het hoortoestel een aanzienlijke invloed kan hebben op de versterking die aan het oor wordt geleverd. Er was een meetbare afname in REIG wanneer de receiver van het hoortoestel op een ondiepere locatie in de gehoorgang werd geplaatst dan oorspronkelijk ingesteld en voorgeschreven door de hoorspecialist.

Bijna alle deelnemers hadden een maximale afwijking van meer dan 6 dB en een gemiddelde afwijking van meer dan 2,5 dB over alle frequenties wanneer de plaatsingskwaliteit (diepte) een score van 3 had. Zelfs bij een hogere plaatsingskwaliteit van 8 is de maximale afwijking nog steeds groter dan 5 dB voor bijna alle deelnemers (Figuur 3), waardoor de aanbevolen foutmarge van 5 dB bij de hoortoestelaanpassing wordt overschreden.⁷



Figuur 3. Maximale absolute afwijking van insertion gains voor verschillende plaatsingskwaliteiten (score van 8, 6, 3 vergeleken met een 'ideale' score van 10). In de meeste gevallen is de afwijking groter dan 5 dB.

POTENTIEEL VOOR AKOESTISCHE FEEDBACK

Het is dan ook niet verwonderlijk dat een slechtere kwaliteit en minder diepe plaatsingen leiden tot een grotere kans op feedback van het hoortoestel. We hebben Maximum Stable Gain (MSG) gebruikt als maat; een lagere MSG betekent een hogere waarschijnlijkheid van feedback. Wanneer de plaatsingskwaliteit wordt verlaagd tot een score van 3, zagen we een mediane minimale verlaging van MSG van 11,6 dB.

Onderzoek 2: Veldonderzoek met nieuwe drager

Er is ook een veldonderzoek uitgevoerd om de mogelijke voordelen van Check My Fit te beoordelen in een echte omgeving zonder toezicht. Verder omvatte het veldonderzoek een meer diverse populatie om ervoor te zorgen dat de oordetector werkt bij mensen met verschillende huidtinten.

Er deden zeventien mensen mee die geen ervaring hadden met hoortoestellen. De gehoorstatus werd niet geëvalueerd omdat het doel van het onderzoek was om het dagelijkse gebruik van Check My Fit en dummy-hoortoestellen te evalueren. De gemiddelde leeftijd van de deelnemers was 62 jaar (bereik 48-79 jaar), verdeeld tussen 9 vrouwen en 8 mannen. Alle deelnemers waren regelmatige smartphone-gebruikers, meer dan 90% gebruikte iPhone. We hebben geprobeerd verschillende huidtinten en etnische achtergronden op te nemen om ervoor te zorgen dat het getrainde oordetectiemodel betrouwbaar is. Concreet hebben we 7 deelnemers aangetrokken met een donkere/bruine huidskleur (type V en VI in Fitzpatrick-schaal), 3 deelnemers met een gemiddelde (type II, III) huidskleur en 7 deelnemers met een lichte huidskleur (type I).⁸ Hoewel het geen aanwervingscriterium was, waren alle deelnemers rechtshandig.

Deelnemers kregen een iPhone waarop Check My Fit geïnstalleerd was, en dummy RIE-hoortoestellen. Iedere deelnemer heeft drie sessies bijgewoond en gedurende een periode van twee weken dagelijks een plaatsing van een hoortoestel gedaan (zie Figuur 4). Ten behoeve van

het onderzoek is in de app de functie cloudsynchronisatie geïmplementeerd, zodat foto's op afstand door de studiebegeleider kunnen worden bekeken.

We vroegen deelnemers om Check My Fit alleen te gebruiken voor plaatsing aan hun niet-dominante handzijde, in de verwachting dat het natuurlijk moeilijker kan zijn het hoortoestel te plaatsen. Als controle gebruikten ze Check My Fit niet om de hoortoestellen aan hun dominante handzijde te plaatsen.

Procedure

DAGELIJKSE TAAK

Deelnemers hebben twee weken lang dagelijks een tweedelinge taak uitgevoerd, behalve drie dagen toen hen werd gevraagd een pauze in te lassen (weergegeven in grijze cirkels in Figuur 4). De eerste taak was het plaatsen; deelnemers werd gevraagd de hoortoestellen te plaatsen en Check My Fit te gebruiken op hun niet-dominante oor om de kwaliteit van het plaatsen te controleren, en het opnieuw te plaatsen indien nodig. Deelnemers werd geadviseerd om andere hulpmiddelen te gebruiken, zoals een spiegel, om de plaatsing aan de dominante zijde te controleren als ze dat wilden. Als de deelnemer tevreden was met de correcte plaatsing van de hoortoestellen, ging hij verder met de tweede taak.

In het tweede deel van de taak werden gegevens verzameld, waarbij deelnemers foto's van beide oren maakten met behulp van Check My Fit. De foto's in deze fase werden door de app alleen als kleine miniatures weergegeven om te voorkomen dat de deelnemer ze kon gebruiken om de plaatsingskwaliteit te evalueren. Na de taak hebben de deelnemers de dummy-hoortoestellen uitgenomen en ze de rest van de dag niet gedragen.

Dag 0 – Eerste sessie: De eerste sessie omvatte het verkrijgen van geïnformeerde toestemming, instructies over het inbrengen van hoortoestel en de dagelijkse taak.

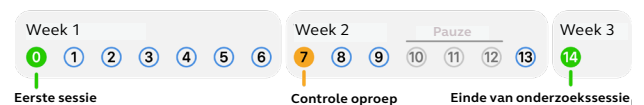
Week 1: De deelnemers werd gevraagd om de dagelijkse taak elke dag uit te voeren (Figuur 4, blauwe cirkels).

Dag 7– Controle oproep: Er werd een videogesprek gevoerd met de deelnemer om te controleren. Deelnemers werd gevraagd om oorfoto's te maken met Check My Fit. Vervolgens werd hen gevraagd om hun dummy-hoortoestellen te plaatsen en een nieuwe set foto's te maken. De plaatsingsfoto's werden beoordeeld op hun plaatsingskwaliteit. Als de kwaliteit van het plaatsen slecht werd bevonden door de hoorspecialist, werden deelnemers aangemoedigd om de toestellen opnieuw in te brengen. Deelnemers werden aangemoedigd om feedback te geven over de dagelijkse taak en eventuele zorgen of ongemakken te uiten die ze ondervonden. Vervolgens werden ze gebriefd over de taken voor Week 2.

Week 2: Elke deelnemer heeft de dagelijkse inovertaak gedurende 2 dagen voltooid en daarna de controle oproep gedaan. Vervolgens namen ze een pauze van 3

dagen en voerden ze de dagelijkse inbrengtaak opnieuw uit voor de laatste 2 dagen van het onderzoek.

Dag 14 – Einde van onderzoekssessie: Tijdens de laatste sessie werd de deelnemers gevraagd om oorfoto's te maken met Check My Fit, vervolgens hun hoortoestellen in te brengen en nog een aantal oorfoto's te maken. Deelnemers werden vervolgens gevraagd te beoordelen hoeveel vertrouwen ze hadden in het plaatsen van hun hoortoestel, voordat ze de oorfoto's zagen. Vervolgens werd hen gevraagd de kwaliteit van hun plaatsing te beoordelen op basis van een visuele vergelijking met de referentiefoto, en werd hen gevraagd of ze hun hoortoestellen opnieuw zouden plaatsen op basis van hun evaluatie. Binnen de 24 uur, vulden de deelnemers vervolgens een korte online enquête in, waarmee hun deelname van 2 weken werd afgerond.



Figuur 4. Planning veldonderzoek.

Resultaten

In totaal hebben we 1428 oorfoto's verzameld van 234 individuele sessies, die ongeveer 17 uur interactief tijd beslaan.

BEOORDELING VAN DE PLAATSINGSKWALITEIT

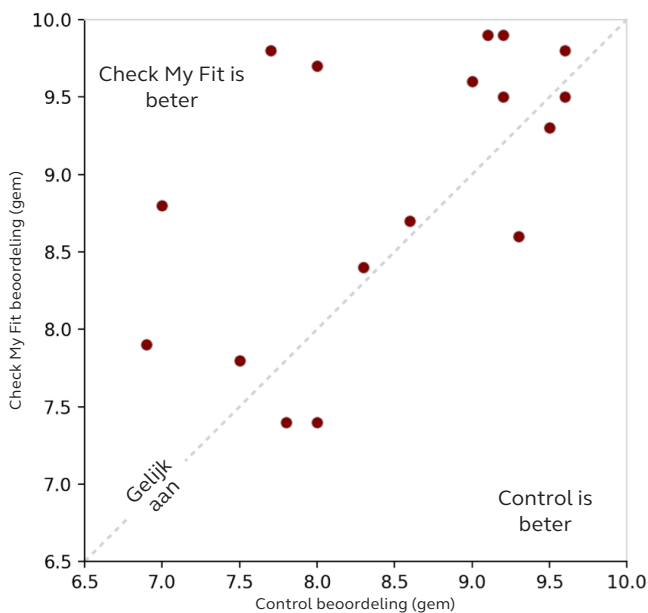
Een onderzoeksaudioloog en twee afgestudeerde studenten in audiologie hebben alle 1428 foto's van de deelnemers visueel geïnspecteerd en beoordeeld van 0-onaanvaardbare plaatsing (bijv. receiver niet in het oor geplaatst) tot 10-optimale plaatsing (Figuur 2). Om de consistentie tussen de beoordelaars te evalueren, hebben we een herhaalde meting uitgevoerd bij ANOVA met beoordelaar en methode (Check My Fit en Control) als interne factoren. De ANOVA toonde een significant hoofdeffect van beoordelaar [$F(2, 32) = 5,7, P = 0,008, \eta^2_{p2} = 0,262$] en methode [$F(1, 16) = 5,0, P = 0,039, \eta^2_{p2} = 0,239$] maar geen interactie tussen beoordelaar en methode [$F(2, 32) = 1,7, P = 0,206, \eta^2_{p2} = 0,094$]. Dit geeft aan dat de plaatsingen consistent zijn. Het significante effect van de methode is indicatief voor gemiddeld hogere scores voor Check My Fit.

PLAATSINGSPRESTATIES

We selecteerden de laatste paar oorfoto's van elke taaksessie van elke deelnemer om de kwaliteit van de plaatsing te evalueren aan de hand van Check My Fit versus Control, met in totaal 471 foto's. We selecteerden alleen de definitieve foto's, omdat deelnemers meestal meerdere foto's maakten tijdens het plaatsingsproces, waarschijnlijk terwijl ze hun plaatsing aanpasten. De laatste foto's zijn dus degene nadat ze klaar waren met het plaatsen en het goed vonden. We hebben voor en na de pauze van drie dagen een herhaalde ANOVA-meting uitgevoerd op de gemiddelde score van elke deelnemer per methode en stelden een significant hoofdeffect vast van methode [$F(1, 15) = 6,2, P = 0,025, \eta^2_{p2} = 0,293$]. Tijd (in-

voegingsprestatie voor of na de pauze) was geen significante factor [$F(1, 15) = 0,009$, $P = 0,927$, $\eta_{p2} = 0,001$], en we vonden geen interactie tussen tijd en methode [$F(1, 15) = 0,7$, $P = 0,410$, $\eta_{p2} = 0,046$]. Dit suggereert dat deelnemers betere plaatsingen uitvoerden met Check My Fit dan zonder. In het algemeen werd de plaatsingskwaliteit van de Check My Fit 0,3 tot 0,5 units hoger beoordeeld dan die van Control en de pauze in de tweede week had geen invloed op de prestaties van het plaatsen.

Als we de gemiddelde score van Check My Fit versus Control voor elke deelnemer in kaart brengen (Figuur 5), zien we dat 70% van de deelnemers de plaatsingen bij Check My Fit beter werden beoordeeld dan Control. Sommige hiervan waren beter met een grote marge, terwijl voor de 5 deelnemers waarbij Control beter was dan Check My Fit, de marge kleiner was.



Figuur 5. De gemiddelde Check My Fit-beoordeling van individuele deelnemers ten opzichte van de Control-beoordeling laat zien dat veel meer mensen beter presteren met Check My Fit dan zonder (Control). Gegevenspunten boven de diagonale lijn geven een betere beoordeling aan met Check My Fit, en punten onder de diagonale lijn geven een betere beoordeling met Control aan.

Er was ook een aanzienlijke correlatie tussen inbrengmethoden ($r = 0,580$, $P = 0,015$), wat betekent dat de deelnemers over het algemeen goed waren in beide methoden, of niet erg goed in beide methoden. Veel deelnemers waren vaardig in beide methoden, zoals blijkt uit de cluster van datapunten in de rechterbovenhoek van Figuur 5.

DISCUSSIE

Onderzoek 1 toont aan dat Check My Fit zeer leerbaar en bruikbaar is, en heeft geverifieerd dat visueel waarneembare plaatsingskwaliteit (plaatsingsdiepte) sterk gerelateerd is aan de versterking die geleverd wordt aan het oor en het risico van akoestische feedback. Een kleine afwijking (bijv. kwaliteitsbeoordeling van 8) van de ideale plaatsing introduceerde een aanzienlijke verslechtering van de nauwkeurige versterking en MSG, wat het audiologische belang onderstreept dat het essentieel is dat hoortoestelgebruikers hun hoortoestellen correct kunnen plaatsen.

In Onderzoek 2 hebben we vastgesteld dat plaatsingen met behulp van Check My Fit een hogere kwaliteit hebben dan de Control-conditie. Het effect was significant, hield gedurende de 2 weken van het onderzoek aan en werd ook na een korte pauze behouden. Als Check My Fit geen effect heeft op de plaatsingskwaliteit, verwachten we dat de Check My Fit-zijde van mindere kwaliteit is omdat deze de niet-dominante zijde is. We hebben echter gezien dat Check My Fit een iets hogere kwaliteit heeft. Dit kan erop wijzen dat het kwaliteitsvoordeel van Check My Fit groter is dan wat we hebben gemeten.

Een klein aantal deelnemers uitte met name onzekerheid over hoe ze hun plaatsingskwaliteit of het doel van de plaatsingstaak moesten beoordelen (bijv. "Ik weet niet zeker waar ik op moet letten"), maar dezelfde deelnemers lieten nog steeds verbetering zien met Check My Fit versus Control.

Dit suggereert dat alleen het hebben van een visuele referentie nuttig kan zijn voor gebruikers om het plaatsen intuïtief te evalueren in plaats van te vertrouwen op geheugen, zelfs als ze niet hebben aangegeven hoe ze dergelijke evaluaties uitvoeren. Over het algemeen zagen we dat de meeste deelnemers zelfplaatsing goed uitvoerden, met een score van meer dan 7 per dag. Interessant is dat we geen significante verbetering van de plaatsingskwaliteit hebben waargenomen in de loop der tijd.

Beide onderzoeken toonden aan dat Check My Fit gemakkelijk te leren en zeer bruikbaar is. Nagenoeg alle deelnemers konden het na het bekijken van een korte video en zonder instructies, leren en gebruiken. Ze behielden de vaardigheid terwijl ze thuis onafhankelijk Check My Fit gebruikten. Deelnemers konden met succes en snel (vaak binnen enkele seconden) een bruikbare oorfoto maken, en met zeer weinig pogingen (met een storingspercentage van ongeveer 9% waarbij een foto opnieuw moest worden genomen).

SAMENVATTING

Check My Fit pakt een algemeen erkend probleem aan met het leren gebruiken van hoortoestellen en is geïnspireerd op het ReSound Organisch horen-principe van natuurlijk horen. Check My Fit is een geautomatiseerde oplossing op basis van een smartphone via de ReSound Smart 3D-app waarmee gebruikers snel een foto kunnen maken van de plaatsing van hun hoortoestel en deze kunnen vergelijken met een referentie van de ideale plaatsing. We hebben het ontwikkeld om dragers te helpen hun hoortoestellen te plaatsen, een belangrijke dagelijkse taak die uitdagend kan zijn. Het ontwerp is geïnspireerd op de typische interactie van het maken van een selfie. We hebben een laboratoriumonderzoek en een veldonderzoek van twee weken uitgevoerd om de bruikbaarheid en het gebruikersvoordeel van Check My Fit te beoordelen. Over het algemeen hebben we ontdekt dat Check My Fit eenvoudig te leren en te gebruiken is, robuust is in onafhankelijk gebruik door nieuwe hoortoestelgebruikers, en het gebruik ervan gecorreleerd is met een betere plaatsingskwaliteit.

Referenties

1. Glisky EL. Changes in cognitive function in human aging. Brain aging: Modellen, methoden en mechanismen. 2007 Apr 19;1.
2. Rhodes S, Greene NR, Naveh-Benjamin M. Age-related differences in recall and recognition: A meta-analysis. Psychonomic Bulletin & Review. 2019 Oct;26(5):1529-47.
3. Strom K. Hearing Aid Sales Increase by 37% in 2021. Hearing Review. <https://hearingreview.com/practice-building/marketing/surveys-statistics/hearing-aid-sales-increase-by-37-in-2021-and-by-12-over-2019>. Accessed 2022/05/09.
4. https://developer.apple.com/documentation/arkit/content_anchors/tracking_and_visualizing_faces. Accessed 2022/05/09.
5. Redmon J, Farhadi A. YOLO9000: better, faster, stronger. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition 2017 (pp. 7263-7271).
6. Buolamwini J, Gebru T. Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. In Conference on fairness, accountability and transparency 2018 Jan 21 (pp. 77-91). PMLR.
7. Gatehouse S, Stephens SD, Davis AC, Bamford JM. Good practice guidance for adult hearing aid fittings and services. British Association of Audiological Scientists Newsletter. 2001;36.
8. Roberts WE. Skin type classification systems old and new. Dermatologic clinics. 2009 Oct 1;27(4):529-33.

Internationaal hoofdkantoor

GN Hearing A/S
Lautrupbjerg 7
DK-2750 Ballerup
Denemarken
Tel.: +45 4575 1111
resound.com

CVR-nr. 55082715