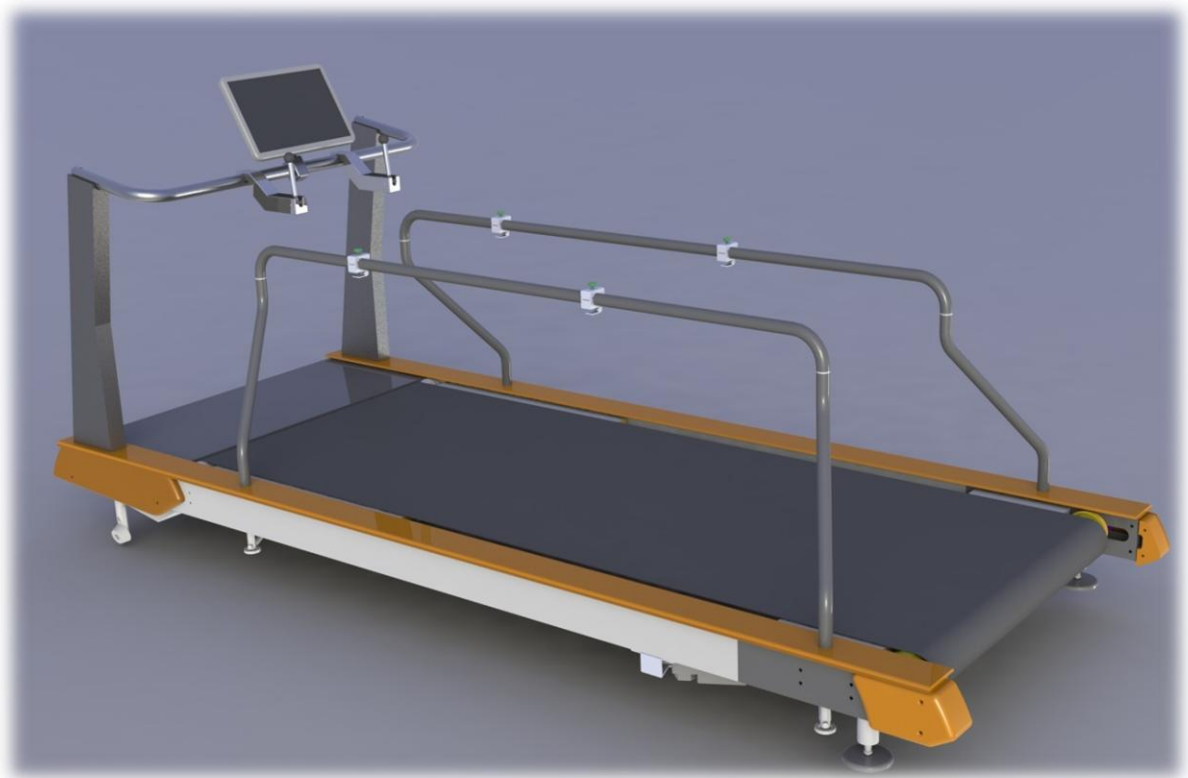


Dual-tasking als valpreventie.



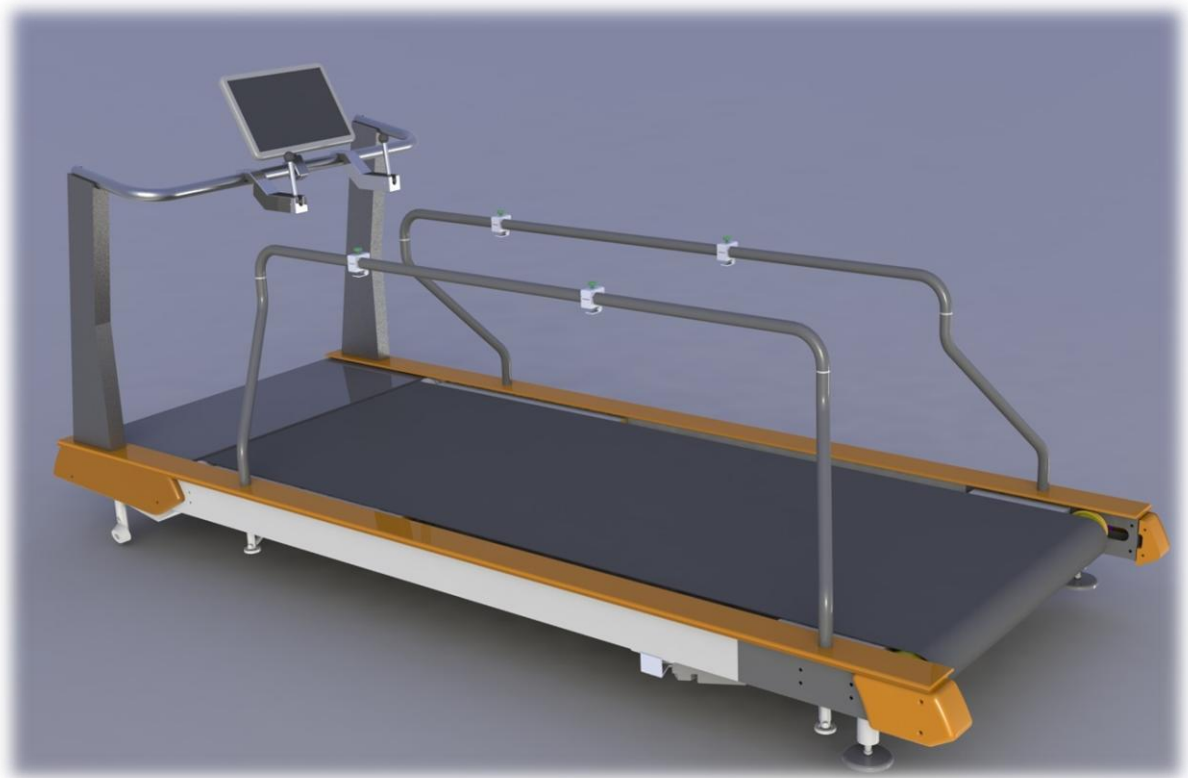
Afstudeerscriptie van Michiel Maerten

Opleiding Bewegingstechnologie, Haagse Hogeschool

Juni 2010

Dual-tasking als valpreventie.

De DT-Mill



Afstudeerscriptie van Michiel Maerten

Opleiding Bewegingstechnologie, Haagse Hogeschool

Juni 2010

1^{ste} begeleider: Rienk van der Slikke

2^{de} begeleider: Chris Riezebos

Externe examiner: Frank Nieuwenhuis

Voorwoord

Deze afstudeerscriptie is geschreven ter afsluiting van de opleiding BewegingsTechnologie aan de Haagse Hogeschool te Den Haag. In deze scriptie wordt verslag gedaan van mijn werkzaamheden in het kader van mijn afstudeeropdracht bij het bedrijf ForceLink B.V.

Deze scriptie is geschreven voor de examencommissie van de opleiding BewegingsTechnologie, de afstudeerbegeleiders op de Haagse Hogeschool, het bedrijf Forcelink, geïnteresseerden in het onderwerp van deze scriptie en tevens voor alle studenten die zich willen oriënteren voor hun stage of afstuderen.

Mijn dank gaat uit naar iedereen die mijn heeft geholpen of ondersteund tijdens mijn afstudeerperiode, maar in het bijzonder naar mijn afstudeerbegeleiders: Rienk van der Slikke en Chris Riezebos voor hun hulp bij het tot stand komen van deze scriptie. Ook Frank Nieuwenhuis wil ik graag bedanken voor zijn hulp bij het ontwerpen van het product.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting	4
1. Verklarende woordenlijst	5
2. Inleiding.....	6
3. Probleemstelling	7
4. Literatuuronderzoek.....	8
4.1. Dubbeltaken	8
4.2. Ouderen en vallen	9
4.3. Parkinson patiënten	11
4.4. CVA patiënten.....	13
4.5. “Virtual Reality” of “echte” fysieke objecten.....	14
5. Marktonderzoek.....	15
5.1. Bestaande producten	15
5.2. Patenten	16
6. Doelgroep beschrijving.....	17
6.1. Parkinson patiënten	17
6.2. CVA Patiënten.....	21
6.3. Ouderen	23
6.4. Doelgroep keuze.....	23
7. Model evaluatie.....	24
8. Software omgeving ForceLink B.V.	24
9. Veiligheid.....	25
10. Eisen en wensen	26
11. Oefeningen	27
12. Ontwerp	28
12.1. Concepten	28
12.2. Conceptkeuze	29
12.3. Maatvoering	30
12.4. Eindontwerp	31
13. Conclusie en discussie	33
Bijlagen.....	34
Bijlage I: TPD.....	
Bijlage II: Overzicht gevonden oefeningen in de literatuur.	
Bijlage III: Literatuurlijst	

Samenvatting

In deze afstudeerscriptie wordt verslag gedaan van het onderzoeken van de toepasbaarheid van het revalideren met dubbeltaken. Tevens wordt het proces beschreven van het ontwerpen van een dubbeltaak trainingsapparaat. Deze scriptie is gemaakt in opdracht van Forcelink B.V. en de opleiding BewegingsTechnologie.

Als eerst zijn de probleemstellingen opgesteld. Te weten:

- Onderzoek de toepasbaarheid van het revalideren/trainen met dubbeltaken.
- Ontwerp de mechanische componenten die benodigd zijn om de oefeningen op een loopband van Forcelink uit te voeren.
- Ontwikkel een protocol waarmee de dubbeltaak oefeningen getest kunnen worden.

Om deze vragen te beantwoorden is er begonnen met een literatuurstudie. Hierin is eerst gekeken naar wat dubbeltaken nu precies zijn, om vervolgens in de literatuur te zoeken naar onderzoeken op dit gebied. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat het revalideren met dubbeltaken een grotere vooruitgang geeft dan het revalideren met de normale oefentherapie. In het literatuuronderzoek is ook gekeken naar de voor- en nadelen van het revalideren met behulp van virtual reality.

Vervolgens is er een marktonderzoek gedaan om er achter te komen of er al oplossingen bestaan voor het revalideren met dubbeltaken. Er blijken al enkele oplossingen te zijn, maar vaak zijn deze gericht op cognitieve dubbeltaken en niet op motorische dubbeltaken. Echter geen van deze oplossingen wordt structureel toegepast in de revalidatie of training van de doelgroepen.

Om te bepalen voor welke doelgroep(en) het trainingsapparaat ontwikkeld ging worden is er uitgebreid gekeken naar de drie meest voorkomende groepen uit de literatuurstudie. Hieruit kwam naar voren dat de verschillen tussen Parkinson patiënten in de vroege fases van de ziekte niet veel verschillen van gezonde ouderen. Ook werd geconcludeerd dat het verloop van het herstel en de mate van trainbaarheid bij CVA patiënten onderling sterk verschilt. Op basis van deze gegevens is er gekozen voor de doelgroepen Parkinson patiënten en ouderen.

Met deze doelgroepen en de literatuurstudie is er vervolgens een programma van eisen en wensen opgesteld voor het te ontwerpen product.

Met de eisen en wensen en de literatuurstudie zijn er een aantal oefeningen gekozen die aangeboden zullen worden met het trainingsapparaat.

Met de eisen en wensen en de gekozen oefeningen zijn er een aantal idee schetsen en concepten ontwikkeld. Hieruit zijn de beste gekozen en verder uitgewerkt tot een ontwerp. Vervolgens is er nog een optimalisatie gedaan over het ontwerp om te komen tot een eindontwerp. Van dit ontwerp is ten slotte een volledig TPD gemaakt.

1. Verklarende woordenlijst

- CVA: Cerebro Vascular Accident.
- DTTT: Dual Task Treadmill Training.
- SEH: Spoedeisende hulp.
- Cue: Aanwijzing.
- ADL: Algemene Dagelijkse Levensverrichtingen.
- TPD: Technische Product Documentatie.
- Bradykinesie: Abnormale traagheid van bewegen.

2. Inleiding

Forcelink ontwikkelt en produceert systemen ter bevordering van lichamelijk onderzoek, gebaseerd op meer dan 30 jaar ervaring. Ze integreren verschillende soorten metingen, cue-ing en instrumentatie, veelal op high-end loopbanden. Ze zijn onder andere partner van verschillende universiteiten, revalidatie centra en sport centra. Hun doel is om de meest recente onderzoeksresultaten en inzichten in hun producten te verwerken op een manier die past bij de dagelijkse bezigheden van de gezondheidszorg en topsporters.

De afgelopen jaren is de aandacht voor valpreventie behandelingen flink toegenomen. De reden hiervoor is dat er flink bespaard kan worden op kosten voor de gezondheidszorg als (voornamelijk) oudere mensen niet of minder vaak zouden vallen. Uit cijfers van consument en veiligheid blijkt dat er per jaar bijna 100.000 val ongevallen gebeuren in de privésfeer. Een deel hiervan (1900 gevallen per jaar) is zelfs dodelijk. De totale kosten van het vallen bij ouderen wordt geschat op 690 miljoen euro per jaar^[1].

Om in kaart te brengen wat de oorzaken zijn van het vallen van ouderen, CVA en parkinson patiënten zijn er diverse onderzoeken uitgevoerd^[8,9,14-16,21,25-27,35-37]. Hierin is onder andere naar voren gekomen dat veel ouderen moeite hebben met het uitvoeren van meerdere taken tegelijk. In het dagelijks leven betekent dit dat deze mensen moeite hebben met bijvoorbeeld lopen met een kopje koffie in de hand of met de straat oversteken (lopen en uitkijken tegelijk).

In een aantal onderzoeken^[5,8,9,12,15,16,18,19,21] komt naar voren dat deze vaardigheid te trainen is. Er worden dan ook steeds meer voorzieningen getroffen om deze vaardigheden te trainen. Zo is er bijvoorbeeld in het Medisch Centrum Leeuwarden een valpreventie training opgezet die uitgebreid aandacht geeft aan dubbeltaken. Voor dubbeltaak trainingen op een loopband is, voor zover bekend, op dit moment nog geen voorziening in de revalidatie wereld.

De opdracht die bij Forcelink vandaan kwam luidde als volgt; Onderzoek de toepasbaarheid van het revalideren met dubbeltaken op een loopband en ontwikkel de mechanische componenten die benodigd zijn om dubbeltaken te trainen tijdens het lopen op een loopband. Er moet hiervoor een test protocol ontwikkeld worden voor het werken met minimaal twee doelgroepen.

3. Probleemstelling

1. Onderzoek de toepasbaarheid van het revalideren/trainen met dubbeltaken.
2. Ontwerp de mechanische componenten die benodigd zijn om de oefeningen op de loopband van Forcelink uit te voeren.
3. Ontwikkel een protocol waarmee de dubbeltaak oefeningen getest kunnen worden.

Deelvragen:

1. Bepaal op basis van een literatuurstudie voor welke doelgroepen de oefeningen ontwikkeld gaan worden.
2. Bepaal op basis van de literatuurstudie welke oefeningen gebruikt moeten worden.
3. Bepaal op welke manier de oefeningen het beste kunnen worden aangeboden.
4. Bepaal welke mechanische componenten er nodig zijn voor de oefeningen.
5. Bepaal op welke manier de mechanisch componenten het best geïntegreerd kunnen worden op de loopband.

4. Literatuuronderzoek

4.1. Dubbeltaken

De definitie van een dubbeltaak is het gelijktijdig uitvoeren van twee taken. Dit kunnen twee motorische taken zijn of twee cognitieve taken, maar ook een motorische taak gecombineerd met een cognitieve taak. Dubbeltaken komen in de praktijk vaak voor. Bijvoorbeeld: een gesprek voeren tijdens een wandeling, lopen met een dienblad met glazen of proberen te bedenken welke boodschappen je nog moet halen terwijl je door de winkel loopt.

Een aantal dubbeltaken kunnen heel goed gelijktijdig uitgevoerd worden, zoals bijvoorbeeld het voeren van een gesprek tijdens het lopen. Dit is vooral het geval als een van beide taken geautomatiseerd kan worden uitgevoerd. Andere taken kunnen minder goed gelijktijdig uitgevoerd worden, zoals bijvoorbeeld het voordragen van een gedicht terwijl men een opstel schrijft. Dit wordt veroorzaakt doordat deze twee taken elkaar storen in de hersenen. De theorie is dat de twee taken beide gebruik maken van hetzelfde gebied in de hersenen en dat hierdoor slechts één taak goed uitgevoerd kan worden. Hierdoor kan deels verklaard worden waarom het risico op vallen groter wordt bij het uitvoeren van dubbeltaken, zeker als deze elkaar storen.

In deze scriptie zal vooral gekeken worden naar het uitvoeren van motorische dubbeltaken, met name tijdens het lopen op een loopband. In veel onderzoeken wordt gekeken naar het uitvoeren van een primaire motorische taak met een secundaire cognitieve taak. Hierbij wordt vaak gevonden dat de cognitieve taak een negatief effect heeft op de motorische taak. Verwacht wordt echter dat een dubbele motorische taak de problemen in de realiteit dichter benaderd. Voorbeelden van dubbele motorische taken die tijdens het lopen aangeboden kunnen worden zijn: het in evenwicht houden van een dienblad, het lopen met kopjes of glazen, het wisselen van objecten tussen de handen, het reiken naar een object of het bewegen van de armen langs een niet zelf gekozen baan. Zie ook bijlage II voor een overzicht van de gevonden dubbeltaak oefeningen.

4.2. Ouderen en vallen

De ernst van het probleem rond het vallen van ouderen blijkt uit het grote aantal spoedeisende hulpbehandelingen (SEH), het hoge opnamepercentage na SEH-behandeling, de hoge kosten en het grote aantal doden, vooral in de leeftijd vanaf 75 jaar. Valongevallen zijn de meest voorkomende oorzaak van letsel door een ongeval bij ouderen. Valongevallen zijn ook de belangrijkste oorzaak van overlijden door letsel bij ouderen. Omdat het aantal ouderen de komende jaren sterk toeneemt, is de verwachting dat het aantal valongevallen en daarmee het aantal letsels zal stijgen.

Aantal ongevallen bij 55-plussers

	privé-ongevallen	waarvan valongevallen	%
SEH-behandelingen	130.000	95.000	73%
Ziekenhuisopnamen	45.000	37.000	84%
Overledenen	2.100	1.900	88%

Wie lopen letsel op?

Driekwart van de 130.000 letsels door privéongevallen waarvoor een 55-plusser op een spoedeisende hulpafdeling behandeld wordt, wordt veroorzaakt door een val. In Nederland valt iedere 6 minuten een oudere dusdanig dat behandeling op de SEH-afdeling noodzakelijk is. Jaarlijks overlijden 3.300 55-plussers door een letsel, bijna 60% hiervan als gevolg van een val.

Bij ouderen neemt de kans op letsel door een val sterk toe met de leeftijd. Vrouwen vallen vaker en lopen een grotere kans op letsel door een val dan mannen. Helaas staat in de cijfers niet gespecificeerd of het hierbij alleen gaat om gezonde ouderen of iedereen boven de 55 jaar.

Hoe ontstaan de letsels?

Vallen is een gebeurtenis als gevolg van verschillende oorzaken. Deze oorzaken kunnen bij de persoon zelf liggen of bij gevaren in de omgeving. Veel van de oorzaken liggen bij de persoon zelf, bijvoorbeeld: duizeligheid of verminderde spierkracht. Ook gevaren in de omgeving kunnen meespelen bij valpartijen. In veel gevallen is de manier waarop gevallen is niet bekend (41%, 39.000). Wel is bekend dat één op de vijf ouderen is gestruikeld (19.000, 20%), bijvoorbeeld over een steen of tegel. Eén op de tien ouderen is gevallen van een vaste trap (10%, 9.200). Dit betreft met name jongere slachtoffers, bij 75-plussers heeft 5% letsel opgelopen vanwege een val van de vaste trap.

Acht procent van de

slachtoffers is gevallen van een "hoogte" (7.800), bijvoorbeeld uit bed of van een zitmeubel. Nog eens acht procent heeft zich verzwikt (7.300). Zeven procent van de ouderen is uitgegleden (6.900), bijvoorbeeld over een natte vloer of gladde bestrating. De belangrijkste producten die betrokken zijn bij een valongeval bij ouderen zijn het bed, de stoel en de rollator.

Wat is de aard van de letsels?

Een valongeval bij ouderen veroorzaakt bij 39% van de slachtoffers verwondingen aan de onderste ledematen. Dit zijn vaak letsels aan heup of bovenbeen. Een valongeval leidt relatief vaak tot een heupfractuur: Eén op de acht slachtoffers wordt behandeld voor een heupfractuur (12%) na een val.

Na een privé-ongeval in het algemeen loopt 9% van de slachtoffers een heupfractuur op. Vooral ouderen vanaf 75 jaar hebben een groot risico op een heupfractuur door een valongeval. Ruim één op de drie slachtoffers heeft letsel aan de bovenste ledematen (37%), vaak gaat het om een polsfractuur. Bij heupfracturen kan het in enkele gevallen voorkomen dat de breuk de oorzaak is van de val. Dit is echter zeer slecht te achterhalen omdat de enige indicatie hiervoor een pijn in de heup is, direct voor de val.

Medische kosten

De directe medische kosten van letsel door een valongeval bij ouderen (per ongeval €6.800) zijn gemiddeld hoger dan de kosten van een privéongeval in het algemeen bij ouderen. De jaarlijkse totale directe medische kosten van een valongeval bij 55-plussers bedragen naar schatting € 690 miljoen.

Dubbeltaken

In een studie van Silsupadol et al.^[16], naar het effect van het trainen met dubbeltaken bij ouderen, werd aangetoond dat het trainen met dubbeltaken een positief effect heeft op het looppatroon tijdens het uitvoeren van dubbeltaken. Dit effect werd tot 3 maanden na de training aangetoond.

4.3. Parkinson patiënten

Bij parkinson patiënten die dubbeltaak training ondergingen werd een vermindering van het aantal vallen gevonden^[21]. Echter in mindere mate dan bij gezonde ouderen. Als het effect van dubbeltaak training wordt afgezet tegen dat van reguliere training (het afzonderlijk trainen van de taken) wordt weer het positieve effect bewezen van het trainen met dubbeltaken op de snelheid en kwaliteit van de revalidatie ten opzichte van de reguliere oefentherapie^[3]. Bij het uitvoeren van een visuele en een motorische taak werd bij de groep die trainde met beide taken tegelijk een significante verbetering gevonden bij zowel het motorische als het visuele deel van de proef. De stapfrequentie verbeterde van 1.1 per/sec naar 1.25 per/sec ($p=0.028$), en het aantal fouten bij de visuele taak verminderde van 9.3 naar 6.9 ($p=0.039$). Bij de groep die beide taken afzonderlijk trainde werd geen significante verbetering gevonden in de stapfrequentie en geen verbetering in het aantal fouten ($p=0.844$).

In een review van Goodwin et al. uit 2008^[2], naar de effectiviteit van het trainen van Parkinson patiënten, werd gevonden dat training een remmende werking kan hebben op de snelheid van het verloop van de ziekte. Naar aanleiding van deze review werd geconcludeerd dat training een positief effect heeft op mensen met de ziekte van Parkinson op de volgende gebieden: fysiek functioneren, kwaliteit van leven, kracht, balans en loop snelheid. In deze review werden geen studies behandeld die gebruik maakten van dubbeltaken.

In een pilot studie van Canning et al. uit 2008^[15], naar de effecten van multitaak training bij mensen met milde tot gemiddelde ziekte van Parkinson, werd ook het positieve effect bewezen van het trainen van Parkinson patiënten met behulp van dubbeltaken. Tijdens deze studie werd een groep van 5 patiënten getraind door middel van het uitvoeren van zowel cognitieve als motorische dubbeltaken en tripletaken tijdens het lopen. De cognitieve taken bestonden uit: terug tellen, herinneringen ophalen en categorische lijsten samenstellen. De motorische taken bestonden uit functionele ADL taken zoals: het knopen van een shirt, het lopen met een dienblad en munten of andere objecten tussen de handen wisselen. Na de dubbeltaaktrainingen werd er een verbetering gevonden in zowel de paslengte als in de pasfrequentie. Als gevolg hiervan ging de gemiddelde loopsnelheid tijdens dubbeltaken omhoog. Bij de na meting, drie weken na het afronden van de training, was het effect nog steeds aanwezig.

In een review van Nieuwboer et al. uit 2009^[5], naar de beperkingen en kansen van motorisch leren tijdens de revalidatie, werd geconcludeerd dat, bij het trainen met dubbeltaken, Parkinson patiënten, hoewel ze meer moeite hadden met het uitvoeren van de taken, eenzelfde vooruitgang lieten zien als gezonde proefpersonen. Verder werd er geconcludeerd dat, hoewel verder onderzoek nodig is, Parkinson patiënten de mogelijkheid hebben om dubbeltaken aan te leren. Zelfs het automatiseren van taken zou nog binnen de mogelijkheden van Parkinson patiënten liggen. En, hoewel een aantal studies laat zien dat het belangrijk is om in de vroege fase van de ziekte te beginnen met trainen, dat vernieuwende, motiverende en relevante trainingsmethoden nog ontwikkeld moeten worden.

In een studie van Fox et al. uit 2008^[4], naar de neuroplasticiteit van Parkinson patiënten werden 5 punten gevonden die de neuroplasticiteit van Parkinson patiënten verhogen, namelijk:

1. Intensieve activiteit maximaliseert de synaptische plasticiteit.
2. Complexe handelingen bevorderen grotere structurele aanpassingen.
3. Activiteiten die belonend zijn, verhogen de dopamine concentratie en bevorderen hierdoor het leer/herleer proces.
4. Dopamine neuronen reageren zeer sterk op training en inactiviteit ("Use it or lose it").
5. Als training in de vroege fasen van de ziekte wordt geïmplementeerd, kan het verloop van de ziekte vertraagd worden.

In een case studie van Rafferty et al. uit 2010^[12], naar het effect van dubbeltaak training met een loopband op patiënten met de ziekte van Parkinson, werd gevonden dat: de loopsnelheid, het uithoudingsvermogen, de balans en het FOG allemaal vooruitgingen bij de DTTT. In deze studie werd gebruik gemaakt van een aantal cognitieve en motorische taken zoals: een gesprek voeren, arm zwaaien, reiken, taken met twee handen, zijstappen en achterwaarts lopen. Er werd geconcludeerd dat DTTT een veilige en effectieve manier van trainen is bij Parkinson patiënten.

In tegenstelling tot de bovenstaande onderzoeken wordt er in de richtlijnen^[6,7] van fysiotherapeuten en oefentherapeuten juist geadviseerd om dubbeltaken te vermijden. Zelfs in een vroeg stadium van de ziekte. Dit is echter slechts gebaseerd op persoonlijke meningen van enkele deskundigen (waaronder de samenstellers van de richtlijnen), en niet op de beschikbare literatuur. Dit onderwerp is dan ook nog onderwerp van discussie. Om het te ontwikkelen trainingsapparaat op de markt te krijgen zal dan ook bewezen moeten worden dat het beoogde effect behaald wordt. Eventueel zou er nog een studie gedaan moeten worden of er patiënten met de ziekte van Parkinson zijn waarbij het effect van dubbeltaken meer tot uiting komt dan bij anderen.

Er kan dus geconcludeerd worden dat er, hoewel het aantal studies beperkt is, een positief effect te verwachten is van het trainen met dubbeltaken bij Parkinson patiënten. Ook mag er verwacht worden dat het te ontwikkelen trainingsapparaat een positieve bijdrage gaat leveren aan het verbeteren van de kwaliteit van leven van Parkinson patiënten. Tot slot mag er gezegd worden dat, hoewel slechts één studie over dit onderwerp gevonden werd, er een positief effect verwacht mag worden op de balans en het verminderen van vallen bij Parkinson patiënten. Dit omdat er vooral in de vroege fase van de ziekte niet veel verschillen verwacht worden ten opzichte van gezonde ouderen.

4.4.CVA patiënten

Ook CVA patiënten hebben vaak moeite met het uitvoeren van dubbeltaken. Hierbij komt ook nog dat het looppatroon van CVA patiënten vaak aangetast is. Er is aangetoond dat het looppatroon significante verbeteringen laat zien wanneer de patiënt dubbeltaak training op de loopband wordt aangeboden^[8]. In deze studie werd de dubbeltaak aangeboden in de vorm van balletjes die gemanipuleerd moesten worden tijdens het lopen. De conclusie was dat revalidatie door middel van dubbeltaak training op de loopband zeer goed uitvoerbaar is en tevens een goed resultaat boekt.

Hiernaast is aangetoond dat het lopen op een loopband voor CVA patiënten nog meer voordelen biedt. Bij een studie naar revalidatie van CVA patiënten met behulp van loopband trainingen^[9] werd gevonden dat deze patiënten een significante verbetering lieten zien in hun aerobe vermogen. Hierdoor werd het uitvoeren van ADL taken voor deze patiënten een stuk eenvoudiger ten opzichte van de controle groep.

Bij CVA patiënten is het ook het geval dat in de richtlijnen voor de diverse behandelaars vaak wordt gemeld dat dubbeltaken vermeden dienen te worden. Dit in tegenstelling tot de bovenstaande onderzoeken. In het geval van CVA patiënten is dit beter te bevatten dan bij Parkinson patiënten omdat het uitzoeken van de capaciteiten van CVA patiënten zeer tijdsintensief kan zijn. Dit zou echter geen belemmering mogen vormen voor het zo optimaal mogelijk behandelen van de patiënt. Ook is de diversiteit onder CVA patiënten groter dan onder Parkinson patiënten waardoor de oefeningen ook voor elke patiënt aangepast zouden moeten worden.

4.5. “Virtual Reality” of “echte” fysieke objecten

Er zijn een aantal voor- en nadelen verbonden met het trainen met behulp van virtual reality^[23]. Er kunnen bijvoorbeeld meerdere personen gelijktijdig getraind worden door een behandelaar. Hiermee kan een grote kostenbesparing gerealiseerd worden, hoewel dit ook kan met een hulpmiddel wat op andere wijze de instructies aan de patiënt toont. Een groot voordeel voor de patiënten is ook dat de, vaak repetitieve oefeningen, leuker gemaakt kunnen worden. Hierdoor is de revalidatie veel makkelijker vol te houden en worden de patiënten sterker gemotiveerd. Ook de veiligheid is hoger voor zowel patiënt als behandelaar omdat de patiënt ondersteund kan worden door een veiligheidsharnas en niet door de behandelaar.

Een groot nadeel van het trainen met virtual reality is dat motorische feedback vaak ontbreekt^[30]. Ook is het zo dat de bewegingen die uitgevoerd moeten worden over het algemeen met kleine bewegingsuitslagen bereikt kunnen worden omdat de bediening vaak nog niet volledig afgestemd is op revalidatie oefeningen. Omdat er voor mobilisatie oefeningen vaak juist een grote bewegingsuitslag gewenst is, is dit zeker een minpunt voor het trainen met virtual reality.

Met dit in gedachten is er gekozen voor het ontwikkelen van een hulpmiddel wat in ieder geval gebruik maakt van fysieke objecten. Ook is er voor gekozen om niet voor een ontwikkeling puur in de virtual reality te gaan vanwege de hoge kosten die verbonden zijn aan een omgeving die voldoende uitgebreid is voor de volledige omgeving van de gebruiker. Wel wordt er voor gekozen om feedback en instructies te kunnen geven op een scherm om de oefeningen toch op een uitdagende manier aan de gebruiker aan te bieden en tegelijk de mogelijkheid te bieden van het oefenen zonder instructies van de behandelaars.

5. Marktonderzoek

5.1.Bestaande producten

Er zijn op dit moment geen geschikte loopbanden op de markt die gebruik maken van een dubbeltaak. Er zijn wel producten verkrijgbaar die gebruik maken van dubbeltaken door middel van balans oefeningen te combineren met een cognitieve taak (afbeelding 5.1.1).

CAREN

Bij MOTEK MEDICAL is het CAREN (afbeelding 5.1.2) systeem ontwikkeld wat een loopband combineert met een virtuele wereld. Bij dit systeem is het mogelijk om een persoon dubbeltaken te laten verrichten. Dit systeem is echter zeer duur en neemt veel ruimte in beslag. Daarnaast maakt het systeem uitsluitend gebruik van virtual reality en niet van fysieke objecten. Dit is voor de doelgroepen niet wenselijk. Hierdoor en omdat het systeem zeer complex is kan dit geen alternatief zijn voor het te ontwikkelen hulpmiddel.



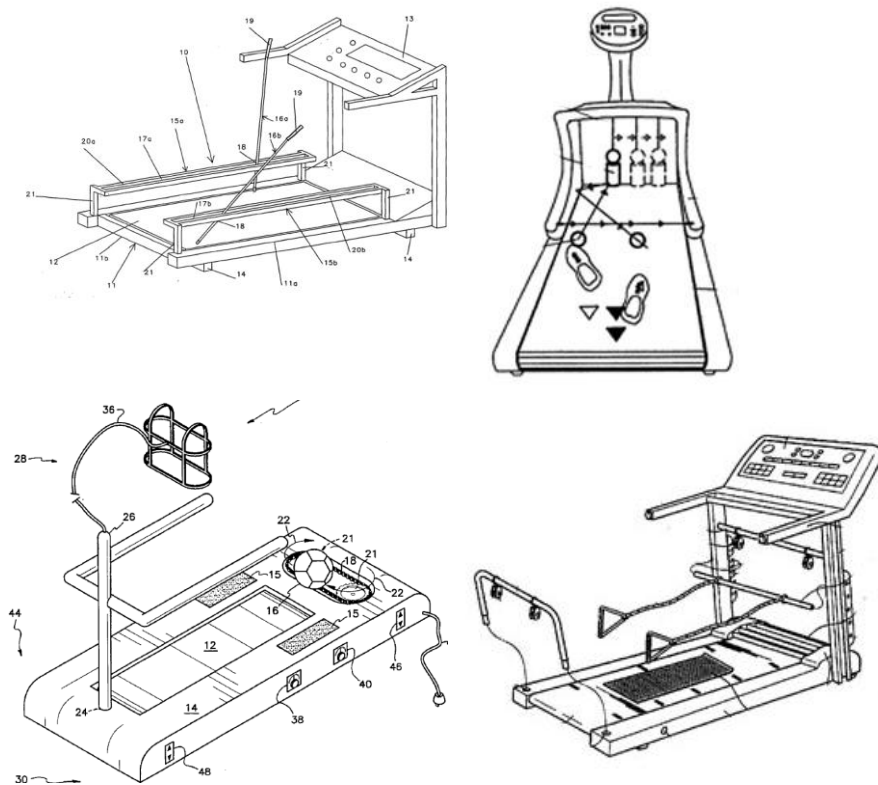
Afbeelding 5.1.1: Balans oefening in combinatie met cognitieve taak.



Afbeelding 5.1.2: Het CAREN systeem

5.2. Patenten

Er zijn een aantal patenten gevonden die gebruik maken van extra taken tijdens het gebruik van een loopband. In afbeelding 5.2.1 is een loopband te zien waarop “nordic walking” stokken gemonteerd zijn. Er zijn ook een tweetal voetbaltrainingsloopbanden gevonden (afbeelding 5.2.2 en 5.2.3). Als laatste is er nog een loopband gevonden die gebaseerd is op hetzelfde idee als het nog te ontwikkelen trainingsapparaat. Deze loopband is ontworpen om er (kracht) trainingsoefeningen op uit te voeren (afbeelding 5.2.4). Voor zover bekend heeft geen van deze patenten zijn weg naar de markt gevonden. In tabel 5.2 worden de claims van de patenten kort samengevat.



Afbeeldingen 5.2.1 links boven tot 5.2.4 rechts onder.

Afbeelding	Patentnummer	Claims
5.2.1	DE102007017732A1	- Trainingsapparaat met aangedreven loopband, gekenmerkt door het bevatten van tenminste 1 doel inrichting voor een voort te stuwende object. - De doel inrichting bevat een echt object
5.2.2	EP1955738A1	- Apparaat ter bevordering van het uitoefenen van een nordic walking beweging, ondersteund door een geleiderails, welke in verbinding staat met een hometraining loopband.
5.2.3	US 5660550A	- Een trap oefen apparaat om vaardigheden te oefenen in het gelijktijdig rennen en trappen, voorzien van een automatisch en over een vast gesteld traject bewegend trapdoel
5.2.4	WO2009014330A1	- Een krachttrainingsloopband waarbij de loopband over een bepaalde afstand in een bepaalde richting beweegt, stopt, en vervolgens door de gebruiker door middel van een kracht oefening teruggebracht wordt in de beginstand.

6. Doelgroep beschrijving

6.1. Parkinson patiënten

De ziekte van Parkinson^[10]

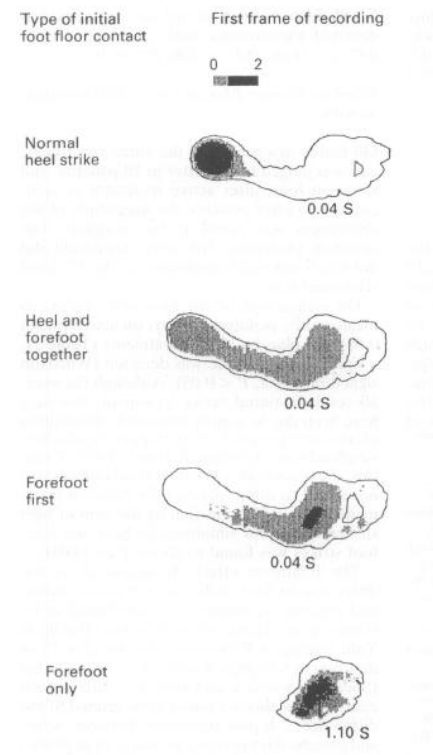
De ziekte van Parkinson is een progressief verlopende, chronische ziekte van het centrale zenuwstelsel. De ziekte van Parkinson valt onder de hoofdgroep Parkinsonismen. Deze groep wordt gekenmerkt door tremoren, stijfheid van de spieren en het vertragen van de bewegingen (bradykinesie/hypokinesie) veroorzaakt door een gebrek aan dopamine. De ziekte van Parkinson wordt verder gekarakteriseerd door onder andere cognitieve problemen bij complexe taken, spraak problematiek, instabiele lichaamshoudingen etc.

Oorzaken

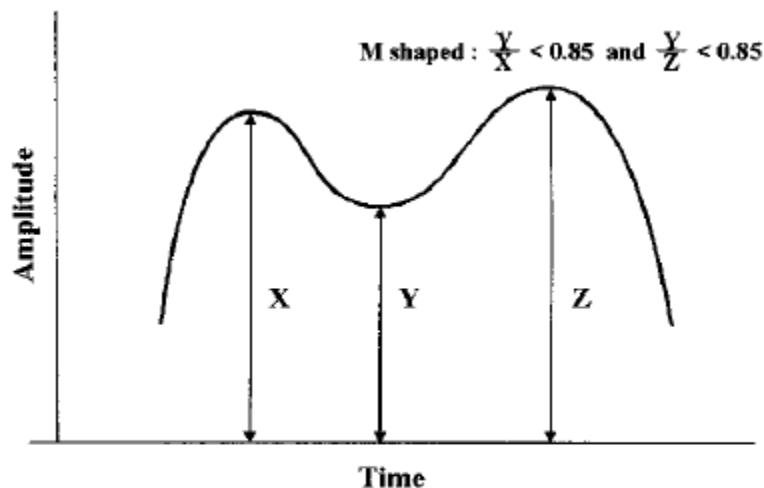
Vaak wordt de ziekte van Parkinson aangegeven als een idiopathische ziekte. Dit betekent dat de ziekte spontaan ontstaat of door een onbekende of onduidelijke reden veroorzaakt wordt. Het is ook mogelijk dat de ziekte van Parkinson veroorzaakt wordt door medicijngebruik, drugs gebruik, vergiftiging (pesticiden), hoofdtrauma, cerebrale anoxie of andere medische oorzaken. Ook zijn er steeds meer aanwijzingen dat de ziekte van Parkinson genetisch bepaald kan zijn. Op dit moment wordt aangenomen dat 5-10% van de patiënten een gerelateerde parkinson heeft.

Specifiek looppatroon voor de ziekte van Parkinson

Bij de ziekte van Parkinson hoort ook een specifiek looppatroon. Dit looppatroon wordt gekenmerkt door schuifelen, traag bewegen, verkorte paslengte, lagere loopsnelheid, een langere dubbele standfase, een hogere stapfrequentie en een verstoorde voetplaatsing. De voetplaatsing in de vroege fase van de ziekte is niet verstoord. Naarmate de ziekte vordert wordt het looppatroon verder verstoord. Door de verkorte paslengte bij Parkinson patiënten gaat de voetplaatsing van een normale “heel to toe” verloop naar een “flat foot strike”. Hierdoor verandert ook het verloop van de grond reactie krachten. Waar bij gezonde mensen een piek in de verticale grond reactie krachten te zien is bij hiel contact, is bij Parkinson de eerste piek afgevlakt en is alleen nog een piek te zien bij de afzet. In afbeelding 6.1.1 ziet u een weergave van de mogelijke voetplaatsingen. En in figuur 6.1.2 ziet u een verduidelijking van de grond reactie krachten, waarbij het verloop verstoord wordt gesteld als de verhouding tussen y en z of y en x groter is dan 0.85 ($y/x > 0.85 < y/x$).



Afbeelding 6.1.1: Verschillende manieren van voetafwikkelen.



Afbeelding 6.1.2: Algemene grafiek van de grondreactiekrachten.

Vallen en “Freezing of gate” (FOG)

In de vroege fase van de ziekte komen deze beide, bij de ziekte van Parkinson veel voorkomende, verschijnselen nog niet veel voor. Naarmate de ziekte voortschrijdt komen beide verschijnselen steeds vaker voor. Beide verschijnselen hangen dan ook met elkaar samen, waarbij vooral gezegd moet worden dat in het dagelijks leven van de patiënten FOG vaak de oorzaak is van valpartijen. Een samenhang tussen het verloop van de ziekte en de mate van vallen is onlangs aangetoond in een review hierover door Bloem et al.^[35]

FOG

De meest voorkomende vorm van FOG is “start aarzeling”, het niet kunnen inzetten van de beweging, op de voet gevolgd door “draai aarzeling”, het niet kunnen inzetten van een bocht. Ook stress en het aanpassen van het looppatroon bij bijvoorbeeld het overwinnen van obstakels is een oorzaak van FOG. In de latere fase van de ziekte kan FOG ook spontaan voorkomen.

Vallen

Vallen kan naast FOG ook veroorzaakt worden door plotselinge veranderingen in lichaamshouding, vooral draaiende bewegingen van de romp of door extra activiteiten naast het lopen of balanceren. Ook tijdens transfers, bijvoorbeeld het opstaan vanuit een stoel of bed, komen vallen veel voor. De meeste vallen gebeuren in voorwaartse richting (45%), gevolgd door zijwaartse vallen (20%)^[35]. Het hoge percentage vallen in voorwaartse richting komt voort uit de voorwaarts gebogen houding die karakteristiek is voor Parkinson patiënten en door de verminderde spierkracht en coördinatie die ten grondslag liggen aan deze houding.

Houdingsinstabiliteit

De houdingsinstabiliteit die bij Parkinson patiënten wordt waargenomen is een gevolg van de verminderde flexibiliteit bij het veranderen van houdingen. Dit is ook een van de veroorzakers van vallen van deze patiënten door de combinatie hiervan met stijfheid van spieren en de lagere bewegingssnelheid. Terwijl bij andere patiënten met balansproblemen, zoals bijvoorbeeld CVA patiënten, patiënten met hoofdtrauma's of cerebrale ataxie, vaak een verhoging in de zwaartepuntverplaatsing te zien is, wordt bij Parkinson patiënten juist het tegenovergestelde gevonden. Dit is het gevolg van de bradykinesie en stijfheid waar veel van de patiënten last van hebben. Deze hebben namelijk tot gevolg dat de reacties die helpen bij het aannemen van een stabiele houding niet goed uitgevoerd kunnen worden.

Spieraanspanning tijdens het gaan

Bij Parkinson patiënten is een verandering waar te nemen in het EMG signaal welke de spieren laten zien. Er is een verminderde activiteit waar te nemen bij de m. tibialis anterior in de vroege stand fase en de vroege en late zwaafase. Ook de m. triceps surae laat een lagere activiteit zien tijdens de afzet. De m. quadriceps femoris en de hamstrings laten daarentegen juist een langere activiteit zien in de standfase. Deze verschillen in de EMG signalen zijn geen oorzaken maar juist gevolgen van een gekozen looppatroon. De schuifelende passen waarmee de Parkinson patiënten lopen vragen veel lagere spier activiteit dan een normaal gangpatroon. De langere activiteit van de quadriceps en de hamstrings kunnen verklaard worden door de langere dubbele stand fase van Parkinson patiënten.

Sociaaleconomische effecten

Het effect van mobiliteitsproblemen mag zeker niet onderschat worden. Alleen de angst om te vallen kan al een beperkend effect geven. Hierdoor komt de patiënt in een sociaal isolement terecht en dit heeft weer tot gevolg dat de patiënt depressief kan worden. Ook leidt immobiliteit tot osteoporose, wat weer leidt tot eerdere botbreuken bij een val. Patiënten kunnen hierdoor in een vicieuze cirkel terechtkomen waarbij vallen leidt tot immobiliteit wat weer leidt tot een verhoogde instabiliteit wat op zijn beurt weer leidt tot een hogere kans op vallen.

Neuropsychologische effecten

De neuropsychologische gevolgen van de ziekte van Parkinson zijn onder anderen verstoringen in de cognitie, het humeur en het gedrag van de patiënten. Deze effecten kunnen een zelfde beperkende uitwerking hebben als de motorische problemen. Vaak komen de cognitieve problemen tot uiting als problemen bij het oplossen van problemen en het richten van de aandacht. Deze problemen komen bij een klein percentage al vroeg in het ziekte verloop tot uiting, en zijn algemeen voorkomend in de latere fasen van de ziekte. Andere gerelateerde problemen kunnen zijn: lagere snelheid van denken, geheugen problemen, vooral bij het ophalen van opgeslagen informatie, en een verminderd ruimtelijk inzicht. Het ophalen van opgeslagen informatie kan sterk verbeterd worden door het gebruik van "cues"; tekens die een handeling symboliseren.

Al deze problemen verergeren tijdens het verloop van de ziekte en kunnen uiteindelijk leiden tot dementie. Parkinson patiënten hebben ongeveer 30% meer kans op het ontwikkelen van dementie dan “normale” ouderen. Vaak worden de cognitieve problemen vergezeld van afwijkingen in het humeur of gedrag van de patiënten. De meest voorkomende afwijkingen hierbij zijn: depressie, apathie, angstigheid en obsessief-compulsief gedrag zoals: sterke verlangens, eetbuien, hyperseksualiteit en pathologisch gokken. Deze afwijkingen worden gerelateerd aan het “verstoorde dopamine regulatie syndroom” welke verband houdt met de medicatie tegen de ziekte van Parkinson.

Pathofysiologie

Het belangrijkste fysiologische gevolg van de ziekte van Parkinson is hypokinesie (bewegingsarmoede) door een verhoogd inhiberend signaal naar de ventrale anteriore nucleus van de thalamus. Waardoor deze geen exciterende signalen meer stuurt naar de motorische cortex.

Behandeling

Op dit moment is er nog geen genezing mogelijk van de ziekte van Parkinson. De behandeling is dan ook vooral gericht op symptoombestrijding door middel van diverse medicijnen. Ook zijn er sterke aanwijzingen dat door een bepaald voedingspatroon een aantal symptomen van de ziekte verminderd kunnen worden. Hiernaast is ook bewezen dat motorische oefeningen of training een positief effect heeft op de bewegingsmogelijkheden van de patiënten.

6.2.CVA Patiënten

Cerebro Vasculair Accident (CVA) is de medische term voor een probleem in de vaten van de hersenen^[11]. Een beter bekende benaming voor CVA is beroerte. Een hersenbloeding of herseninfarct valt ook onder de term CVA

Wat is een CVA?

Bij een CVA knapt een bloedvat in de hersenen (hersenbloeding) of raakt het verstopt (herseninfarct). In beide gevallen wordt de toevoer van bloed naar de hersenen verstoord. Daardoor krijgt het getroffen gedeelte van de hersenen te weinig zuurstof en raakt het beschadigd. Elk jaar worden in Nederland 41.000 mensen voor de eerste keer door een beroerte getroffen. Een herseninfarct komt het meest voor. In circa 80% van de gevallen gaat het om een verstopping in de bloedvaten door een propje, dichtslibbing of een combinatie daarvan.

Wat zijn de gevolgen?

De gevolgen van een beroerte kunnen zichtbaar zijn, bijvoorbeeld in de manier waarop iemand zich beweegt. Maar de gevolgen kunnen ook onzichtbaar zijn, omdat het gaat om veranderingen in het denken, de communicatie, de gevoelens en het gedrag

Een CVA betekent een ingrijpende verandering in het leven van degene die getroffen is en van de mensen in de naaste omgeving zoals partner of kinderen. Na de plotselinge gebeurtenis van de CVA zelf en de revalidatiefase wordt pas duidelijk wat de blijvende gevolgen zijn. Dan begint een langdurig en moeilijk proces van zich aanpassen aan de mogelijkheden en zoeken naar een nieuw evenwicht.

Verlammingen:

- Hemiplegie: verlamming van één zijde van het lichaam.
- Hemiparese: gedeeltelijke verlamming of verlies van spierkracht aan één zijde van het lichaam.
- Halfzijdige gevoelsstoornissen (vrijwel altijd aan de kant van de verlamming). Per persoon kan het verschillen welk gevoel verminderd is: pijn, warmte, koude, houding, beweging, tast.
- Hemianopsie: één helft van het gezichtsveld is uitgevallen. De oorzaak ligt in de hersenbeschadiging, er is niets mis met de ogen.
- Incontinentie of niet goed uit kunnen plassen.
- Epilepsie: de grootste kans hierop bestaat in de eerste maanden na de beroerte. De aanvallen kunnen zowel geheel als gedeeltelijk zijn.

Cognitieve gevolgen:

- Aandacht- en concentratiestoornissen: moeite met concentreren en verdelen van aandacht; lagere snelheid van denken en informatieverwerking.
- Agnosie (geheugenstoornis):
 - Opgeslagen informatie niet meer (goed) kunnen oproepen.
 - Problemen met opslaan van informatie in het korte- en/of langetermijngeheugen.

- Voorwerpen of gezichten niet meer kunnen herkennen.
- Apraxie:
 - Stoornissen in de planning en uitvoering van doelgerichte activiteiten.
 - Problemen met het formuleren van doelen.
 - Moeite met meervoudige dagelijkse activiteiten zoals koffiezetten of koken.
- Constante vermoeidheid: 70 procent van de getroffen personen heeft last van vermoeidheid, die ongewoon en extreem is. Deze vermoeidheid kan niet in verband gebracht worden met inspanning en is van lange duur.

Gevolgen op gebied van communicatie:

- Taalstoornissen: moeite met vinden van woorden, problemen met het vormen of begrijpen van taal (afasie), gebruik van rare woorden en zinnen, gebruik van lange zinnen of te veel praten, informatie letterlijk nemen in plaats van figuurlijk.
- Spraakstoornissen: als de spieren van de mond verlamd zijn of niet gecoördineerd kunnen bewegen, wordt de spraak moeilijk verstaanbaar (dysartrie).

Gedragmatige gevolgen:

- Niet kunnen leren van ervaringen.
- Geen of verminderd ziekte-inzicht kan leiden tot overmoedig en riskant gedrag.
- Zelfoverschatting.
- Verstoorde controle: ongeduldig, impulsief, rusteloos of juist gejaagd, prikkelbaar, agressief.
- Verlies van zelfredzaamheid: dit kan leiden tot terugtrekking en weinig initiatief.

Emotionele gevolgen:

- Als direct resultaat van de schade die de beroerte aan de hersenen heeft veroorzaakt: vaak is er een depressieve stemming, soms een overmatige vrolijkheid. Andere karakterveranderingen die kunnen optreden zijn: sociaal onaangepast gedrag, vloeken en agressiviteit, snel huilen, verhoogde prikkelbaarheid en een veranderd gevoel voor humor.
- Als reactie van de getroffene op de klachten of op de reacties van de omgeving: gebrekkig zelfvertrouwen, somberheid en depressie, onzekerheid, angst voor het optreden van een nieuwe beroerte, gevoelens van frustratie en machteloosheid.

6.3.Ouderen

De term ouderen heeft niet zozeer te maken met leeftijd zoals de term bejaarden, maar vooral met het begin van een nieuwe, laatste levensfase waarin het arbeidzame leven wordt afgerond, nieuwe doelen worden geformuleerd en de balans van het leven wordt opgemaakt. Het moment waarop de laatste levensfase ingaat, is afhankelijk van het arbeidsleven, opleidingsniveau en de sociale klasse. In de diverse literatuur wordt met ouderen over het algemeen personen van 55 jaar en ouder bedoeld. Zoals in het literatuur onderzoek besproken is, vindt er elke 6 minuten een valpartij met een oudere plaats als gevolg waarvan de persoon op de spoed eisende hulp behandeld moet worden. In gesprek met Mirjam Pijnappels, onderzoekster op het gebied van struikelen aan de faculteit Bewegingswetenschappen, blijkt echter dat ouderen moeite hebben met het toegeven van valpartijen. Vaak worden deze afgedaan als te voorkomen, en veroorzaakt door externe oorzaken. Hierdoor wordt het moeilijker gemaakt om vooraf ouderen te selecteren op hun valproblematiek. Het te ontwikkelen product is echter bedoeld als valpreventie middel door middel van dubbeltaak trainingen, en hierdoor wordt ook bij ouderen, die zeggen nog nooit gevallen te zijn, een positief effect verwacht.

6.4.Doelgroep keuze

In eerste instantie is er voor gekozen door te gaan met een tweetal doelgroepen. Er is gekozen voor de groepen: ouderen en Parkinson patiënten. Deze twee groepen hebben een groot aantal overeenkomsten, en slecht een paar verschillen. Vooral in de vroege fases van de ziekte van Parkinson komen de mogelijkheden en beperkingen van de patiënten sterk overeen met die van gezonde ouderen. Juist in deze fases van de ziekte van Parkinson is het effect van training het sterkst, en valt de grootste winst te behalen, vooral door het remmende effect wat de trainingen hebben op het progressieve verloop van de ziekte.

CVA patiënten zijn afgefallen door de enorme diversiteit van deze patiënten. Iedere CVA patiënt is namelijk anders. Dit geldt natuurlijk ook voor Parkinson patiënten, maar het verloop van dit ziektebeeld is meer gemeenschappelijk dan bij CVA patiënten. Hierdoor zou het vrijwel onmogelijk zijn om een uniform protocol te ontwikkelen wat geschikt is voor deze groep. Daarbij komt dat CVA patiënten vaak een aantal lichamelijke beperkingen hebben die het trainen met een hulpmiddel ernstig zouden bemoeilijken.

7. Model evaluatie

Door Ton Hazes, een Nederlandse scherminstruuteur woonachtig in Noorwegen, is er een model ontwikkeld (afbeelding 7.1) wat er in eerste instantie op gericht is om het lopen op de loopband “leuker” te maken. Hij heeft dit in eerste instantie ontworpen om zijn eigen revalidatie van een Frozen Shoulder makkelijker te doen verlopen. Dit “leuker” maken van de training wordt bereikt door een afleiding te bieden tijdens het lopen. Omdat dit model ook gebaseerd is op het gebruik van dubbeltaken is hier naar gekeken om als inspiratie te dienen voor het ontwerp van het dubbeltaak trainingshulpmiddel. In eerste instantie zou het model als basis dienen voor het nieuwe ontwerp maar dat is na de evaluatie verworpen op basis van een aantal conflicterende patenten en een aangepaste probleemstelling.



Afbeelding 7.1: Het door Ton Hazes vervaardigde model.

8. Software omgeving ForceLink B.V.

Bij het bedrijf ForceLink B.V. zijn ook twee stagiairs van de opleiding game technology aan de hogeschool van Utrecht bezig met een project. Zij zijn bezig met het ontwikkelen van een gestandaardiseerde software omgeving. In eerste instantie is dit bedoeld voor een ander trainingsapparaat wat in ontwikkeling is bij ForceLink B.V. Een van de eisen aan deze software is dat het eenvoudig geschikt te maken is voor andere apparaten van ForceLink B.V. Omdat deze software ontwikkeld is voor het gebruik met potentiometers en drukknoppen is het wenselijk dat het ontwerp van het dubbeltaak trainingsapparaat hier rekening mee houdt. Op basis van deze software zouden de voorgestelde oefeningen eenvoudig aangeboden moeten kunnen worden.

9. Veiligheid

Om de veiligheid van de gebruikers te waarborgen moet het product voldoen aan de veiligheidseisen gesteld in de NEN norm voor “stationary training equipment”^[41]. Hieronder worden de belangrijkste punten uit deze norm opgesomd.

1. Alle hoeken en randen van oppervlakken die delen ondersteunen hebben een radius van $r > 2.5\text{mm}$.
2. Alle andere randen van componenten die toegankelijk zijn voor de gebruiker of andere partijen zijn vrij van bramen en afgerond of op een andere manier beschermd.
3. Buis einden die toegankelijk zijn worden afgesloten door andere delen van het apparaat of door pluggen.
4. De pluggen mogen niet los komen tijdens het gebruik.
5. Bewegende delen die toegankelijk zijn onder een hoogte van $\leq 1800\text{mm}$ moeten minimaal 60mm van het volgende vaste deel verwijderd zijn behalve als geldt dat:
 - a. Als alleen de vingers risico lopen moet de afstand minimaal 25mm bedragen.
 - b. Als de afstand tussen bewegend en vast deel niet veranderd tijdens de beweging mag de afstand niet meer dan 9.5mm bedragen.
 - c. Als passende stops en apparaten nodig zijn in de trainingsruimte als veiligheidsvoorziening.
 - d. Als ongecontroleerde toegang onmogelijk gemaakt wordt door de lichaamshouding van de gebruiker en als de gebruiker de beweging onmiddellijk kan stoppen.
6. Stelmechanismen aan componenten moeten vast zitten, opvallend zijn en veilig toegankelijk voor de gebruiker.
7. De stelmechanismen mogen niet per ongeluk bediend kunnen worden.
8. Knoppen of handels van het stelmechanisme mogen de gebruiker niet in de weg zitten.
9. Het juiste gebruik van enig vaststelsysteem moet vanzelfsprekend zijn.
10. Handgrepen moeten duidelijk gemarkeerd zijn en voorzien van een textuur om wegglijden te voorkomen.
11. De elektrische veiligheid van het apparaat moet conform de EN 60601-1 norm zijn.

Als aanvullende eis wordt nog gesteld dat:

- Het product voorzien moet zijn van een balanser ter bevordering van de valpreventie van de gebruiker.

10. Eisen en wensen

Hieronder staan de eisen waaraan het product moet voldoen. Achter de eisen staat het hoofdstuk waar de eis op gebaseerd is.

1. Veiligheid (9.):
 - 1.1. Het product bevat geen scherpe randen.
 - 1.2. Het product zit de noodstop niet in de weg.
 - 1.3. Als de gebruiker valt raakt deze niet gewond.
 - 1.4. De loopband waar het product op komt is voorzien van een balanser (valpreventie harnas).
 - 1.5. Bij normaal gebruik kan de gebruiker geen verwondingen oplopen van het product.
 - 1.6. Het product voldoet aan de eisen die gesteld worden door de norm NEN EN 957-1.
2. Montage(3.):
 - 2.1. Het product kan op een bestaande loopband van ForceLink B.V. gemonteerd worden.
3. Oefeningen:
 - 3.1. Het product biedt oefeningen aan die gebaseerd zijn op taken uit het dagelijkse leven van de gebruiker (4.1.).
 - 3.2. Het product biedt oefeningen aan op verschillende niveaus (4.3.).
 - 3.3. Het product biedt oefeningen op een positieve/competitieve manier aan.
 - 3.4. Het product kan de reactietijd van de gebruiker bepalen en opslaan ter bevordering van het leveren van feedback.
4. Interactie:
 - 4.1. Het product maakt (niet uitsluitend) gebruik van fysieke objecten (4.5.).
 - 4.2. De snelheid van de loopband kan automatisch aan de gebruiker aangepast worden.
 - 4.3. Het product is voorzien van een display (4.5.).
 - 4.4. De aanwijzingen voor de oefeningen worden getoond op het scherm.
 - 4.5. Op het scherm kan feedback getoond worden van de uitgevoerde oefeningen.
5. Ergonomie:
 - 5.1. Het product is aanpasbaar naar de verschillende lichaamsmaten van de doelgroepen(9.).
6. Feedback:
 - 6.1. Het product geeft feedback op basis van positie en rotatie sensoren.
 - 6.2. De signalen van de sensoren kunnen op basis van de ontwikkelde software verwerkt worden(8.).
 - 6.3. De positie en rotatie sensoren maken gebruik van potentiometers (8.).
7. Design:
 - 7.1. Het ontwerp ligt in lijn met het ontwerp van de loopbanden van Forcelink B.V.

11. Oefeningen

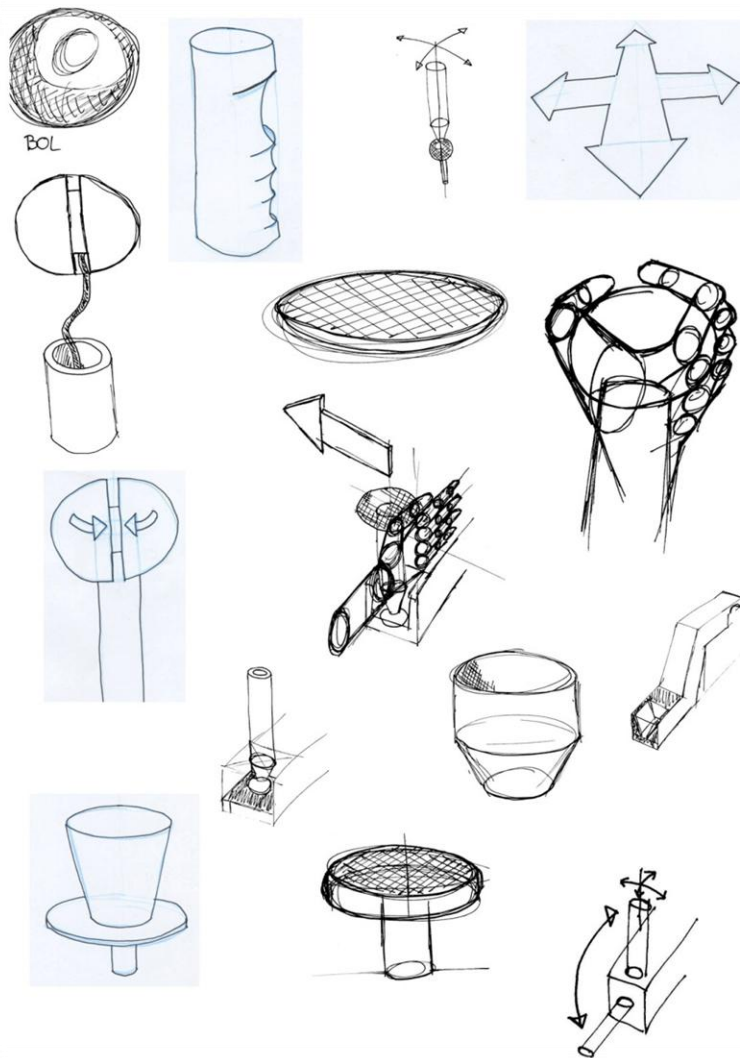
Hieronder staan de oefeningen die geselecteerd zijn om aan te bieden met de DT-Mill. Al deze oefeningen worden uitgevoerd op een “self pacing” loopband. Dit betekent dat de gebruiker op zijn zelf gekozen loopsnelheid kan lopen.

Nr.	Oefening	Doel van de oefening	Instructie	Variaties	Benodigd onderdeel
1	De joystick inknippen en stil houden.	Nabootsen van het lopen met een kopje/glas.	Pak de joystick vast en knijp in de knop. Probeer nu het getoonde rondje op het scherm op de juiste plek te houden.	Beide joysticks tegelijk.	Joystick, scherm.
2	Met beide joysticks een doolhof doorlopen op het scherm.	Fijnmotorische oefening, dubbelhandig.	Pak beide joysticks vast en probeer het balletje op het scherm het doolhof door te laten lopen.	Verschillende moeilijkheidsgraden, bijvoorbeeld doolhof waar het balletje uit kan vallen.	Joystick, scherm.
3	Afbeelding beoordelen op het scherm.	Cognitieve oefening.	Er wordt een woord getoond op het scherm en vervolgens verschijnen er twee afbeeldingen. Knijp in de joystick aan de kant van de afbeelding die het best bij het woord past.	Aantal afbeelding variëren	Joystick, scherm, drukknoppen.
4	Snelheid variëren.	Nabootsen van het plotseling moeten veranderen van looppatroon.	Er worden vier bollen op het scherm getoond. Probeer als een van de bollen oplicht zo snel mogelijk de corresponderende knop aan te raken.	Patronen wisselen, kort tonen van aanwijzing.	Joystick, drukknoppen, scherm.
5	Beide ballen in evenwicht houden.	Nabootsen van het lopen met een dienblad.	Pak beide bollen van de joysticks af en probeer hiermee het getoonde dienblad in evenwicht te houden.	Snelheid van animatie variëren.	Joystick, ballen, scherm.
6	Meerkeuze vragen beantwoorden.	Cognitief en dubbelmotorische combinatie.	Er wordt een vraag gesteld. U krijgt vier mogelijke antwoorden te zien. Raak de knop aan die hoort bij het beste antwoord.	Moeilijkheid van vragen variëren.	Joystick, drukknoppen, scherm, luidspreker.

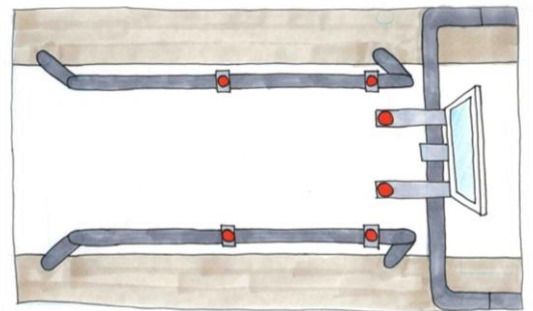
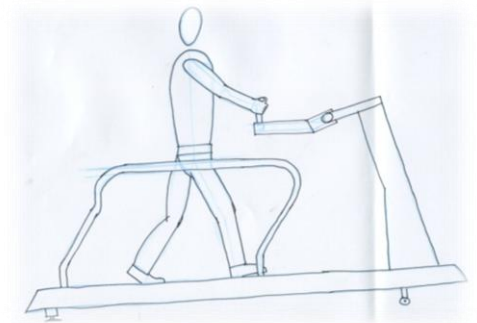
12. Ontwerp

12.1. Concepten

Hieronder zullen de concepten en deel ontwerpen getoond worden waarmee vervolgens op basis van de eisen en wensen een keus gemaakt worden voor de uiteindelijke ontwerprichting. In afbeelding 12.1 ziet u een overzicht van de eerste idee schetsen. Deze schetsen zijn de basis voor onderdelen in het uiteindelijke ontwerp. In afbeelding 12.2 en 12.3 ziet u de eerste schetsen van hoe het ontwerp eruit moet komen te zien.



Afbeelding 12.1.1: Overzicht van de idee schetsen.



Afbeelding 12.1.2 en 12.1.3: Eerste concepten.

12.2. Conceptkeuze

Er kon al vrij snel een keuze gemaakt worden voor de ontwerp richting. Vanwege het in ontwikkeling zijnde software platform bij Forcelink, was er een voorkeur voor het gebruik van potentiometers in combinatie met schakelaars. Zoals in de afbeeldingen 12.1.2 en 12.1.3 al te zien was, is er gekozen voor een interface die gebaseerd is op minimaal 2 joystickachtige objecten in combinatie met minimaal 2 schakelaars op de leuning van de loopband. De joysticks bestaan uit buizen met bovenop een bol gemonteerd waarin een schakelaar verwerkt zit. Hierdoor kunnen de joysticks op verschillende wijzen gebruikt worden, afhankelijk van het niveau van de gebruiker. Ook kan de joystick voorwaarts gekanteld worden en kan de bol vervolgens richting de gebruiker verplaatst worden. Doormiddel van een afstandssensor kan hierdoor een evenwichtsoefening nagebootst worden. Verder zal het ontwerp voorzien in een beeldscherm om feedback op te kunnen leveren en oefeningen op aan te bieden.



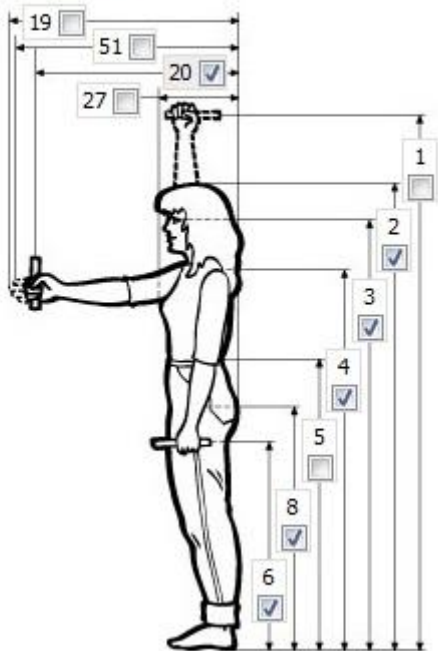
Afbeelding 12.2.1: Het eerste uitgewerkte concept.

12.3. Maatvoering

Alle maten in het ontwerp zijn tot stand gekomen door het gebruik van de DINED tabel voor 60 plussers van de TU Delft^[42]. Hiervoor is gekozen omdat deze tabel het best de doelgroep vertegenwoordigd. Deze metingen werden gecombineerd met metingen over de optimale indeling van werkplekken uit de antropometrie^[43].

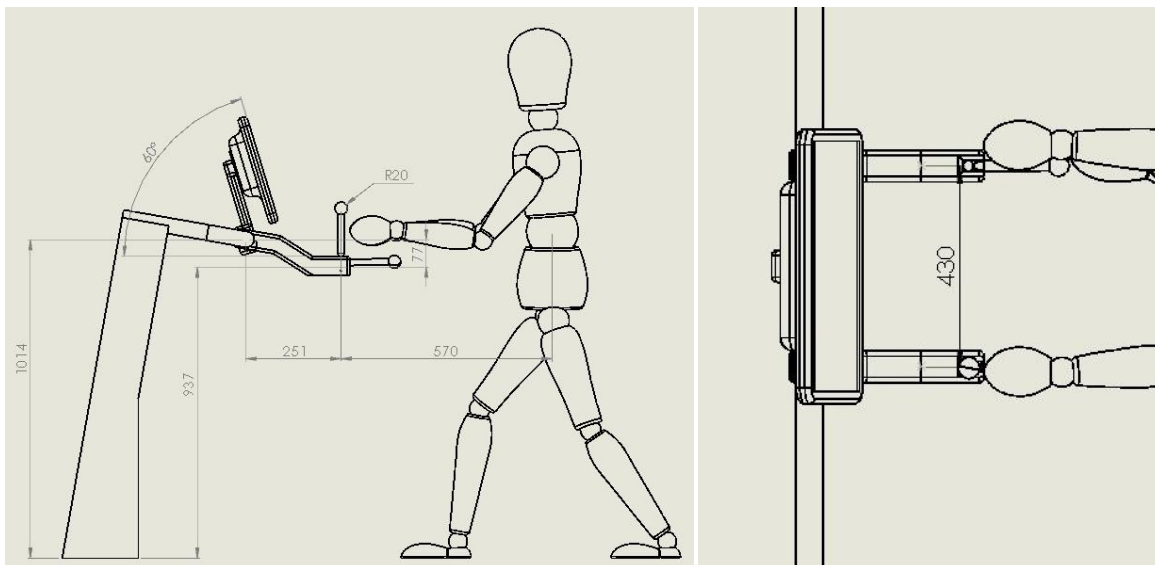
standing, length/depth - table

select: all, none, available

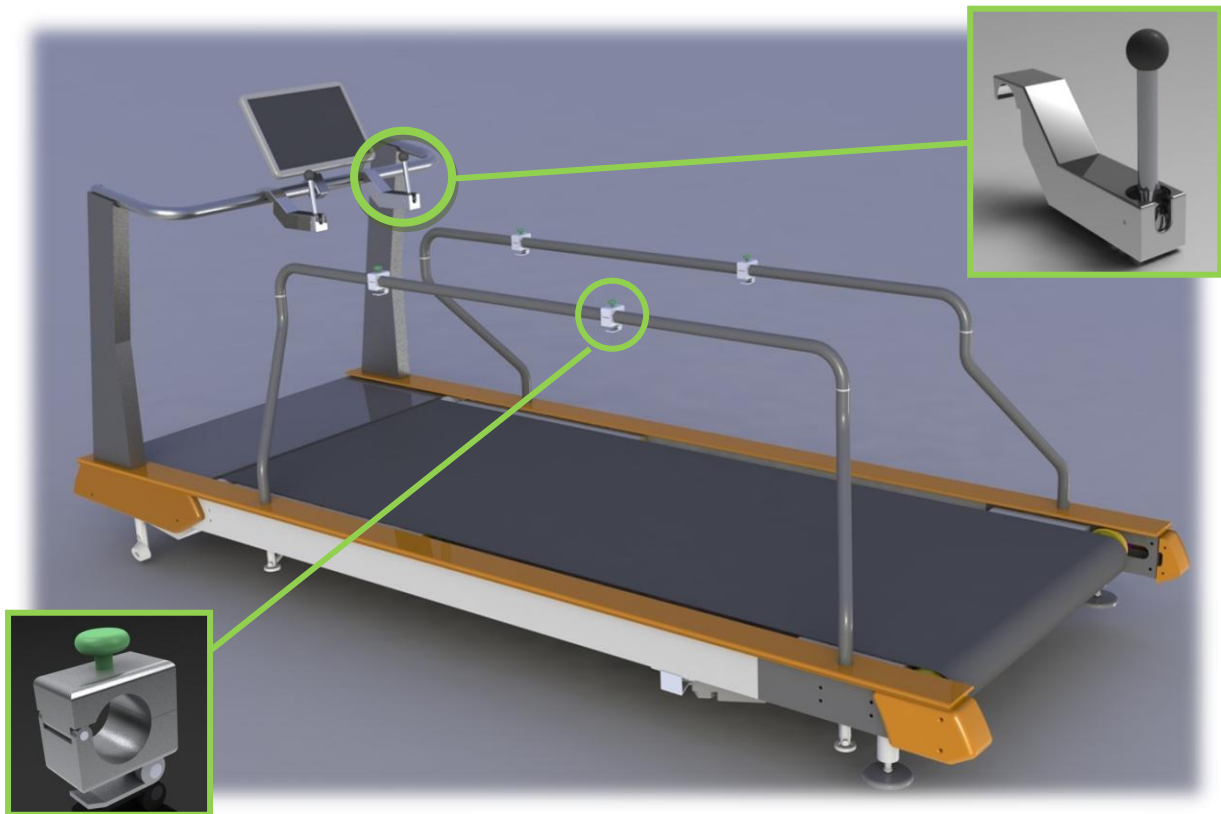


Meting	Gemiddelde (mm)	Standaard deviatie (mm)
2 Lichaamslengte	1743	106
3 Ooghoogte	1634	102
4 Schouderhoogte	1430	94
6 Vuisthoogte	786	54
8 Heuphoogte	981	68
20 Arm lengte	720	55
Kijkhoek bij staan	30°	7°

Naar aanleiding van deze data zijn de volgende maten tot stand gekomen.

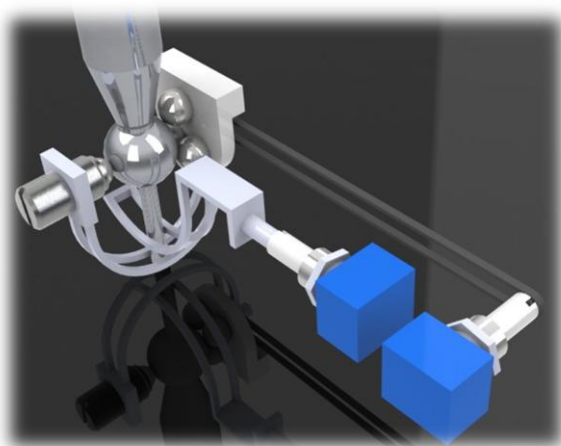


12.4. Eindontwerp



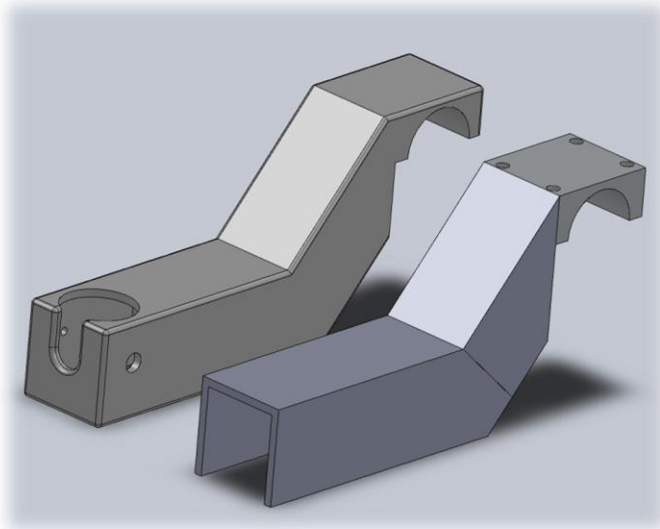
Afbeelding 12.4.1: Het totale eindontwerp.

Na de conceptfase is het ontwerp verder uitgewerkt. In afbeelding 12.4.1 ziet u het totale eindontwerp. De grootste moeilijkheid lag in het ontwerpen van een joystick die volledig horizontaal kan komen te liggen. Dit is opgelost door de joystick niet in een kogelzadel op te hangen maar te laten begrenzen door een kogelzadel, voorzien van drie kleinere kogeltjes, aan de ene zijde en een drukkogel aan de andere zijde. De ontwerptekening hiervan ziet u hieronder in afbeelding 12.4.2. Dit ontwerp ziet u volledig uitgewerkt in het TPD in bijlage I.

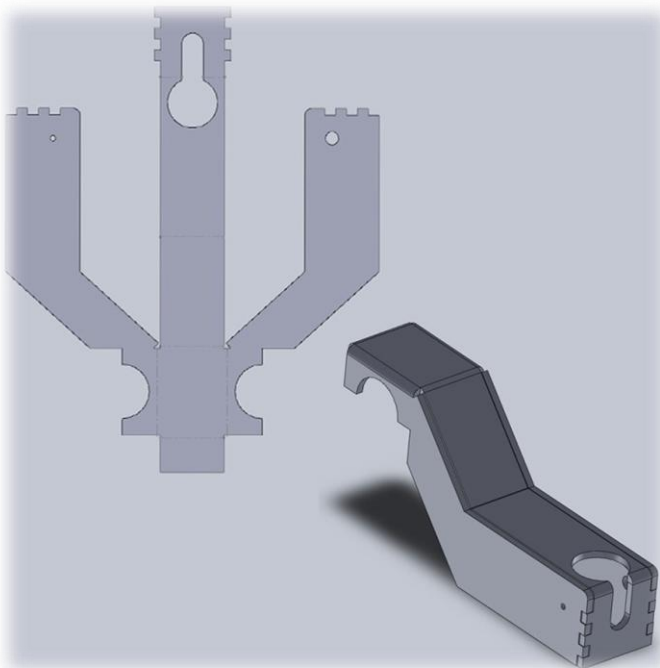


Afbeelding 12.4.2: De ophanging van de joystick.

In eerste instantie was de arm waar de joystick in gemonteerd wordt ontworpen op basis van u-profielen. Bij het verder uitwerken van het ontwerp werd echter gevonden dat het produceren hiervan wel mogelijk was, maar dat dit het uiterlijk van het product niet ten goede kwam (afbeelding 12.4.2). Na overleg met de begeleider, en met de andere ontwerpen van ForceLink in gedachten is getracht de arm in plaatmateriaal uit te snijden. De tekening hiervan ziet u in afbeelding 12.4.4. Deze oplossing is te verkiezen boven het vervaardigen uit profielen omdat het plaatmateriaal van binnen uit gelast kan worden. Na afwerking is deze manier van vervaardigen veel netter.



Afbeelding 12.4.3: Het originele ontwerp (links) naast het ontwerp op basis van het profiel (rechts).



Afbeelding 12.4.4: Het herontwerp op basis van plaatmateriaal.

Het volledige tekeningen pakket vindt u in bijlage I.

13. Conclusie en discussie

Het is gebleken dat het revalideren met behulp van dubbeltaken een zeer goede aanvulling is op de reguliere oefentherapie. Aangezien er nog maar weinig hulpmiddelen bekend zijn die hierop inspelen lijkt er markt te zijn voor een dubbeltaak trainingsapparaat zoals in deze scriptie beschreven wordt.

Het ontwerpen van de mechanische componenten die op de loopband van ForceLink geïntegreerd kunnen worden is goed geslaagd. Echter moet het effect van de DT-Mill nog wel bewezen worden in de praktijk.

Het valt te verwachten dat de DT-Mill voor de gekozen doelgroepen, te weten: personen van 55 jaar en ouder en Parkinson patiënten, een groter positief effect heeft op het verbeteren van het omgaan met dubbeltaken dan reguliere oefentherapie. Er wordt verwacht dat de personen hierdoor, in het dagelijks leven, minder snel zullen vallen.

Een bijkomend voordeel voor Parkinson patiënten is dat, door de intensievere oefeningen, het progressieve verloop van de ziekte geremd wordt.

Om de verwachte voordelen aan te tonen in de praktijk is echter een uitgebreid wetenschappelijk onderzoek nodig. Dit valt helaas buiten het bereik van deze afstudeerperiode.

Bijlagen

Bijlage I: TPD

Bijlage II: Overzicht gevonden oefeningen in de literatuur.

Bijlage III: Literatuurlijst