

Typeprestatie en spierspanning bij gebruik van het verticale Yogitype toetsenbord

G. P. van Galen, H. Liesker, en A. de Haan

De leersnelheid, gebruikscomfort en spierspanning bij gebruikers van een verticaal toetsenbord, genaamd Yogitype, is onderzocht. Yogitype is een achterover gekantelde, gesplitste, verticale variant van het horizontale QWERTY bord, waarbij toetsindrukken worden gemaakt in de richting van het frontale lichaamsvlak en toetsidentiteiten zichtbaar zijn. Negen ervaren typisten oefenden vier weken gedurende iedere week twee sessies van 20 minuten met het typen van teksten. Aan het eind van elke week werd tijdens gebruik van het nieuwe en klassieke toetsenbord de typesnelheid, het aantal typefouten en de spierspanning gemeten in zes pols/vinger spieren, in de armbuiger en trapezius spier. Binnen twee weken (< 2 uur oefening) werd weer een snelheid van 300 aanslagen per minuut gehaald met een gelijk aantal fouten. De RSI-gevoelige pols- en vinger buigers en strekkers vertonen een lagere spierspanning bij het Yogitype in vergelijking met het horizontale bord. In armbuiger en trapezius spier is geen verschil gevonden. Conclusie: typisten leren zeer snel werken met een verticaal toetsenbord en de lagere spierspanning is een gunstige eigenschap voor het terugdringen van het RSI-risico.

Inleiding

Dertig tot veertig procent van alle werknemers lijdt regelmatig aan pijn in de nek, arm en pols, vaak gepaard gaande met tintelingen of andere afwijkende sensaties. Bij een flink deel van deze groep komen ook meer ernstige klachten zoals functieverlies voor, die hen het werken tijdelijk of langdurig onmogelijk maken (Picavet e.a., 2000; Blatter & Bongers, 1999). De klachten staan vrijwel altijd in verband met het langdurig uitvoeren van dezelfde soort bewegingen

Informatie auteurs:

Prof. Gerard van Galen en A. de Haan werken beiden bij het Nijmegen Institute for Cognition and Information (NICI), Radboud Universiteit Nijmegen. H. Liesker werkt bij de Erasmus Universiteit te Rotterdam.

Correspondentieadres: Prof. G.P. van Galen, P.O. Box 9104, 6500 HE Nijmegen, E-mail: g.vangalen@nici.ru.nl

met de bovenste extremiteiten, reden waarom in de engelse literatuur wel van Work Related Upper Extremity Disorders (WRUEDs) wordt gesproken. In Nederland is nog steeds de term RSI (van Repetitive Strain Injuries) het meest in zwang, ook al is deze term wetenschappelijk niet goed gefundeerd omdat nu juist die "injuries" (verwondingen) niet aantoonbaar zijn en omdat de typische regio's van het lichaam waar de klachten aangrijpen niet in de definitie zitten. Een betere benaming zou zijn "Klachten aan Arm, Nek en Schouder" (KANS), maar het is erg moeilijk een eenmaal ingeburgerde term te veranderen. RSI-gerelateerde klachten komen voor in vrijwel alle beroepsgroepen waarin repeterende bewegingen worden verricht en zeker ook beeldschermwerk met toetsenbord- en muisinvoer behoort tot de risicocategorieën (Blatter & Bongers, 1999). Belangrijke rapporten zijn over dit klachtensyndroom gepubliceerd zonder dat een volledig sluitend model van het ontstaan van de klachten is bereikt (Gezondheidsraad, 2000). Wel is langzamerhand duidelijk dat de basiselementen bestaan uit langdurig en frequent dezelfde bewegingen maken met hoge niveaus van cocontract-



tie en bij heel vaak statische lichaamshoudingen (Sjøgaard e.a., 2000; Visser e.a., 2000; Van Dieën e.a., 2003). Daarbij blijkt het voorkomen van de klachten mede beïnvloed te worden door de aanwezigheid van hoge werkdruk en andere psychosociale stressoren (Bongers e.a., 2002).

Een begin van een verklaring kan gezocht worden in de door deze drie factoren verhoogde niveaus van spierspanning, wat een ongunstig doorbloedings- en stofwisselingsklimaat voor de betrokken spieren veroorzaakt. Dit leidt tot stapeling van metabole stoffen, wat op zijn beurt pijn en mogelijk beschadiging van de type I vezels veroorzaakt. Er is middels dieronderzoek sterke evidentie dat bij langdurige blootstelling aan repeterende bewegingen ook centraal neurologische veranderingen optreden, wat verklaart waarom de betrokken personen een minder nauwkeurig gevoel in hun vingers en arm hebben en waarom de pijn op den duur ook aanwezig is zonder dat blootstelling aan repeterende arbeid bestaat (Byl e.a., 1996).

In een studie, die in opdracht van de ministeries van Sociale Zaken en Werkgelegenheid en van Volksgezondheid, Welzijn en Sport is uitgevoerd (Blatter e.a., 2004) wordt aangegeven dat de meest urgente en veelbelovende maatregelen liggen op het vlak van het voorkomen van ongunstige werkhoudingen en het invoeren van betere werkschema's. Voor beeldschermwerkers betekent dit dat een belangrijke winst is te behalen indien een toetsenbord kon worden ontwikkeld dat de ongunstige pronatie van de hand, die het klassieke, vlakke toetsenbord nu eenmaal met zich meebrengt, kan worden voorkomen. Pronatie van de onderarm (waardoor de vingers van de hand op een toetsenbord kunnen liggen) en de daarmee gepaard gaande buiging en ulnaire deviatie in de pols zijn om verschillende redenen een risicofactor voor RSI. Op de eerste plaats leiden deze onderarm en hand/polshoudingen tot een belemmering van de doorbloeding door twist van de onderarm spieren en door de niet-neutrale agonist-antagonist relatie van de pols extensoren. Tevens zullen de peesexcursies die nodig zijn voor het aanslaan van de toetsen groter zijn dan bij een neutrale, d.w.z. niet gepronede houding van de onderarm (Armstrong e.a., 1987). Bovendien zal de druk in de carpaal tunnel toenemen (Rempel e.a., 1998; Rempel e.a., 1997; Rempel e.a., 1999). Tenslotte moet nog gewezen worden op de rol van reactiekrachten, die bij snel typen behoorlijk kunnen oplopen. Deze reactiekrachten roepen tevens een verhoogde onderarmstijfheid op (Van Dieën e.a., 2003). Al deze factoren dragen bij

aan het ontstaan van RSI (Moore & Garg, 1991; Ranney e.a., 1995; Rempel e.a., 1999).

Een voor de hand liggende maar nauwelijks onderzochte mogelijkheid is om het QWERTY toetsenbord tussen de diagonaal 5-T-G-B en 6-Y-H-N te splitsen en de twee helften met die diagonaal boven, recht op te zetten en onderling met hun verste zijde (wat de bovenkant van het standaard toetsenbord was) onder een hoek van iets meer dan negentig graden tegen elkaar te plaatsen. De toetsen komen dan vanuit de gebruiker gezien aan de achterkant van het bord te zitten en de gebruiker typt dan in een horizontale richting in plaats van verticaal op- en neergaande bewegingen te maken. De dichtbij - ver af en de links - rechts relaties tussen de toetsen veranderen daardoor niet (zie figuur 1). De identiteiten van de toetsen moeten dan natuurlijk van binnenuit zichtbaar worden gemaakt, zoals in het doorzichtige ontwerp in figuur 1 is te zien. Bij de voor het onderzoek gebruikte modellen waren de toetsen eveneens van binnenuit zichtbaar. Een verdere eigenschap van het verticale ontwerp is dat de polsen rusten op flexibele steunen om de reactiekrachten beter op te vangen.

Er is een bescheiden literatuur over toetsenborden waarbij varianten van deze principes zijn toegepast (Kemeling, 2002). In de meeste gevallen betreffen deze onderzoeken de voorkeur, het ervaren comfort en de prestatie op alternatieve toetsenborden die wel een splitsing in twee helften en gedeeltelijke rotatie kennen maar toch slechts gedeeltelijk recht op staan. Soms is sprake van een licht afhellend verloop. Er is echter slechts één enkel onderzoek bekend met een geheel rechtopstaand bord (Muss & Hedge, 1999) waarbij op internet positieve ervaringen geventileerd worden over het zogenaamde SafeType toetsenbord. Dit bord is een rechtopstaande variant met tegenover elkaar geplaatste bordhelften, zonder armsteunen en zonder directe verificatiemogelijkheid van de toetsen. Bij onderzoek naar de voorkeurshouding van de hand blijkt dat mensen een rechtopstaande tot licht gepronede hand/pols positie verkiezen. Bij een vlak toetsenbord kiest men voor een uit elkaar draaien van de twee helften. Wat betreft het gebruik van het alternatieve in vergelijking met het traditionele toetsenbord blijkt dat, zeker na enige uren oefening, de voorkeur uitgaat naar het omlaag hellende toetsenbord, en dat na die bescheiden oefening de prestatie niet echt onderdoet (Tittiranonda e.a., 1999a). Ook bleek in een langer durend gebruikersonderzoek dat een instelbaar toetsenbord (Apple Adjustable) tot minder pijnklachten leidt

(Tittiranonda e.a., 1999b). Een aantal onderzoekers deed ook metingen van de spierspanning in pols- en nekspieren, waarbij in het algemeen werd bevestigd dat minder pronatie tot minder spierspanning leidt (Szeto & Ng, 2000).

In geen van de onderzoeken werd over langere tijd gemeten hoe elk van de factoren (ervaren comfort, prestatie en spierspanning) zich gedragen bij het werken op een daadwerkelijk verticaal toetsenbord in een natuurlijke werksituatie met gestandaardiseerde teksten. In het onderzoek dat hier wordt beschreven is geprobeerd aan die bezwaren tegemoet te komen. Het onderzoek betreft een bruikbaarheids- en psychofysiologisch onderzoek van het recentelijk ontwikkelde, geheel rechtopstaande, Yogitype toetsenbord van de firma Maarshan Projects B.V. (Nederlands Patent 1018584).

Vier vragen

In ons onderzoek stelden wij de volgende vier vragen:

1. Hoeveel oefensessies van ongeveer 20-30 minuten zijn nodig om ervaren typisten op het nieuwe Yogitype bord hun bestaande vaardigheid van 300 aanslagen per minuut te doen evenaren?
2. Hoe wordt na een training van acht oefensessies het verticale toetsenbord met polssteunen door de gebruikers ervaren?
3. Heeft het verticale toetsenbord inderdaad de voorspelde gunstige gevolgen voor de spierspanning in sterk belaste pols/vinger flexoren en extensoren?
4. Hoe reageren de biceps- (elleboogbuiger) en trapezius spier (nek-schouder spier) op het alternatieve toetsenbord?

Het Yogitype toetsenbord

Kenmerkend voor het Yogitype bord is dat de twee helften van het bord rechtop staan onder een hoek



Figuur 1. Ontwerp impressie van het Yogitype toetsenbord vanuit de gebruiker gezien. De polsen rusten in de beweeglijke halfronde kussens. Bij dit doorzichtige ontwerp zijn de toetsen van binnenuit zichtbaar evenals de vingers en handen.

van 95 graden t.o.v. elkaar en dat de gebruiker met rechtopstaande handen toetsaanslagen maakt in de richting van de romp (zie Figuur 1 en 2). De bewegingsrichting van elke aanslag is daarmee loodrecht en dus neutraal ten opzichte van de zwaartekracht. De hand en pols zijn in een neutrale positie, dwz de pronatie is nul graden en de pols is heel licht gebogen. Het toestel kan zowel op schoot worden genomen als vanaf de tafel worden bediend. Er is ook geen sprake van deviatie van de hand t.o.v. de pols in de richting van duim of pinkzijde. Bij het bord horen polssteunen die een licht gedempte bewegingsvrijheid in het sagittale vlak toelaten (zie Figuur 1). Visuele feedback van de positie van de toetsen wordt gegeven doordat de gebruiker aan de binnenzijde van beide bordhelften de toetsidentiteit kan zien. De muisfunctie is in het huidige onderzoek niet onderzocht.

Methode

De deelnemers

Voor het onderzoek werden op basis van betaalde deelname 11 ervaren typisten geworven die blind typten volgens het 10-vingerig systeem en dagelijks beeldschermwerk met een klassiek toetsenbord verrichtten. Geen van hen had RSI klachten bij het begin van de proef. Gedurende het onderzoek haakten twee deelnemers af vanwege ziekte c.q. pijnklachten. De negen anderen (3 vrouwen, 6 mannen, allen rechtshandig, leeftijd tussen 18 en 48 jaar) voltooiden het experiment.

De taken

De deelnemers oefenden gedurende vier weken twee keer per week in sessies van ongeveer 30 minuten (netto oefentijd 20 minuten) het typen op het Yogitype toetsenbord. Hun taak daarbij was om telkens het tekstfragment dat in het bovenste venster van hun beeldscherm verscheen, in het onderste venster over te tikken. De teksten waren telkens ongeveer 300 tekens en waren naar moeilijkheid gestandaardiseerd. Als tekstmateriaal werden fragmenten uit een informatieve tekst gebruikt waarvan de linguïstische complexiteit met behulp van de Flesch Reading Ease Score (Flesch, 1948) rond de score van 49 (gemiddelde moeilijkheidsgraad) werd gehouden op een schaal van 1-100.

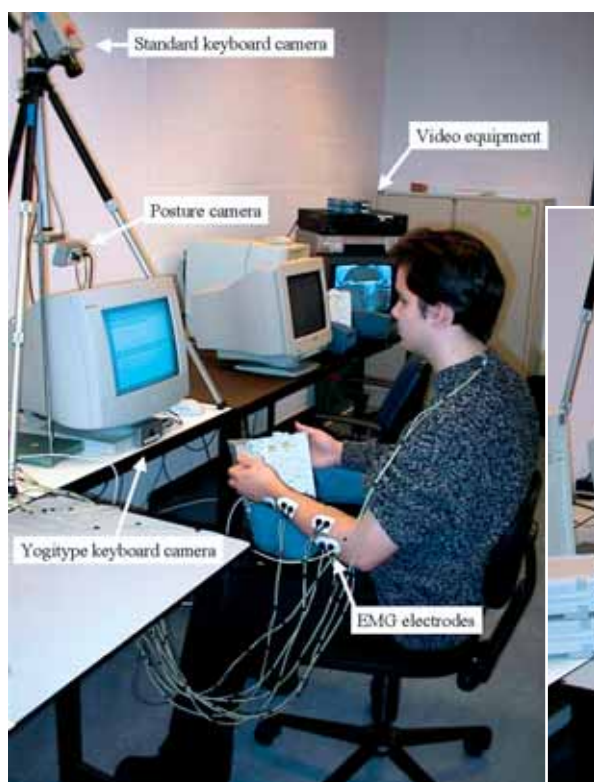
De deelnemers typten blind met het tienvingerig systeem. De instructie was een eigen optimale snelheid na te streven zonder al te veel op fouten te letten. De deelnemers riepen met de enter-toets telkens het volgende fragment op.



Apparatuur

Het experiment werd uitgevoerd op PC's met scherm (Philips Brilliance105, 15 inch, resolutie: 800 x 600, refresh rate: 75 Hz) en toetsenbord. Tijdens de trainingssessies en bij de meetsessies van het Yogitype bord werd de ontwikkelvariant van het Yogitype toetsenbord gebruikt. Als basis gebruikten we hierbij het Fujitsu Siemens K261 bord maar nu met de twee helften rechtop gezet (10 graden achterover hellend t.o.v. het horizontale vlak en met een hoek van 95 graden tussen de twee helften) met de toetsen vanuit de deelnemers gezien aan de achterkant. Bovendien werden hand-/pols-/onderarmsteunen toegevoegd van verend kunststof die bewegingsvrijheid naar voren en naar achteren toelieten. De deelnemers plaatsten dit toetsenbord op schoot. In figuur 2 wordt een overzicht van de proefsituatie bij het werken met het Yogitype toetsenbord gegeven. Figuur 3 geeft de situatie van het standaardtoetsenbord weer.

Tijdens de meetsessies werd ter vergelijking als standaard toetsenbord het Fujitsu Siemens K261 bord gebruikt in vlakke, niet gesplitste toestand geplaatst in de normale tafelpositie.



Figuur 2. Linker aanzicht bij het werken met het Yogitype bord met een aanduiding van de camera-posities voor de video-opnames en de plaatsing van de oppervlakte EMG elektroden.

Stoel en tafelhoogte waren overeenkomstig ARBO-richtlijnen. Zitaafstand vanaf het scherm was 55-75 cm. De tafel was 74,5 cm hoog, 128 cm breed, en 124 cm diep. De bureaustoel was instelbaar en had armsteunen die echter bij het gebruik van het Yogitype bord niet werden gebruikt omdat dit toestel zelf in armsteunen voorziet. Bij beide toetsenborden waren de deelnemers vrij in het kiezen van de meest comfortabele positie van stoel en steunen.

Voor de EMG metingen aan het eind van elke week werd een acht-kanaals fysiologische versterker gebruikt (TD 90087, gebouwd op het NICI), een PC met WINDAQ kaart, en een tien-kanaals interface. De sample frequentie was 1024 Hz. Voor de oppervlakte EMG-metingen werden Kendall 10,0 mm. disposable huidelektroden gebruikt. Het experiment werd voor controledoeleinden ook op video opgenomen.

Procedure

Bij de start van elke oefensessie kregen de deelnemers de instructie tijdens de taak rechtop te zitten en de voeten op de grond te houden en de armen ofwel op de tafel (bij het standaard bord) ofwel op de steunen (bij het Yogitype bord) te laten rusten. Na de start van het experiment riepen de deelnemers zelf steeds een nieuw fragment op met de enter toets. Tijdens de oefensessies werden telkens 10 fragmenten geoefend van elk 300 tekens. Aan het eind van elke week werden twee meetsessies gehouden waarin



Figuur 3. De werksituatie bij het typen op het standaard horizontale toetsenbord. Eveneens zichtbaar zijn de elektroden en verbindingen die dienen voor het registreren van de EMGs van zes vinger/pols spieren en twee houdingspijeren.

de snelheid, het foutpercentage, via EMG metingen, de spierspanning in acht betrokken spieren werd gemeten bij resp. het gebruik van het nieuwe verticale bord en een traditioneel, vlak bord. Tijdens deze meetsessies werden telkens vijf fragmenten per type toetsenbord voltooid. Bij deze metingen werd de volgorde van de twee toetsenborden over proefpersonen gecontroleerd voor volgorde effecten.

Gemeten werd het aantal aanslagen per minuut, het percentage foute aanslagen en de spieractiviteit van de volgende acht spieren: 1. M. Flexor Digitorum Superficialis (oppervlakkige vingerbuiger), 2. M. Extensor Digitorum (vingerstrekker), 3. M. Flexor Carpi Radialis (polsbuiger aan spaakbeenzijde), 4. M. Flexor Carpi Ulnaris (polsbuiger aan ellepijpszijde), 5. M. Extensor Carpi Radialis Longus (polsstrekker aan spaakbeenzijde), 6. M. Extensor Carpi Ulnaris (polsstrekker aan ellepijpszijde), 7. M. Biceps (elleboogbuiger), en 8. M. Trapezius Descendens (deel van de monnikskapspier tussen achter hoofd en schouder-toppen). De eerste zes hiervan werden gekozen omdat ze een hoofdrol spelen in het positioneren van de vingers en hand en van het maken van de toetsindrukken. Deze spieren worden vaak door mensen met RSI klachten aangewezen als pijnlijk en een belangrijke vraag is derhalve of deze spieren bij het verticale toetsenbord een verminderde spanning zouden laten zien. De zevende en achtste spier zijn vooral betrokken bij het handhaven van de houding. Van de Trapeziusspier is bekend dat zij gevoelig is voor stress (Sjøgaard, Lundberg & Kadefors, 2000; Waersted, Eken & Westgaard, 1996) en dat zou kunnen betekenen dat de moeilijkheid van het oefenen met een nieuw onbekend toetsenbord zich uit in verhoogde trapeziusactiviteit.

Na afloop van het experiment vulden de deelnemers een vragenlijst in over hoe ze het nieuwe toetsenbord hadden ervaren.

Analyse

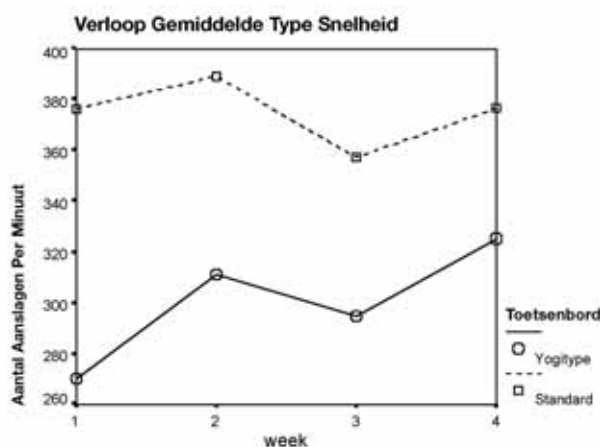
Bij het begin van elke meetsessie werd een basisrustniveau van elke spier vastgesteld door de deelnemers een halve minuut rustig rechtop te laten zitten met de armen ondersteund/handen in de schoot. Tijdens de fysiologische metingen werd de 50 Hz band eruit gefilterd met een Notch filter. Voor de statistische analyse werd het ruwe EMG signaal gelijkgericht door middel van de Root Mean Square (RMS) methode en vervolgens werd het signaal genormaliseerd door het uit te drukken als percentage van de maximaal gemeten waarden gedurende de sessie. Zowel op de EMG data als op de snelheids- en fouten-

data werden Repeated Measures ANOVA's uitgevoerd met als factoren week (1-4), en type toetsenbord (Yogi versus standaard) en als data, het gemiddeld aantal aanslagen per minuut, het foutpercentage, en, per spier, de gemiddelde genormaliseerde spierspanning per meetsessie.

Resultaten

Snelheid en fouten

Leid het alternatieve toetsenbord binnen een redelijke oefentijd tot een aanvaardbare prestatie in snelheid en nauwkeurigheid? In Figuur 4 is te zien dat de uitkomsten een positief antwoord op die vraag toelaten. Weliswaar is overall de snelheid op het standaard bord wat hoger (374 aanslagen per minuut tegen 300 op het Yogitype) maar in de multivariate variantieanalyse is dit verschil niet significant ($F(8, 1) = 4,328$, n.s.). Tegelijkertijd is te zien dat de trend van het Yogitype bord omhoog gaat hetgeen tot uitdrukking komt in een significante interactie tussen de factoren week en toetsenbord ($F(3, 24) = 5,821$, $p < 0,005$).

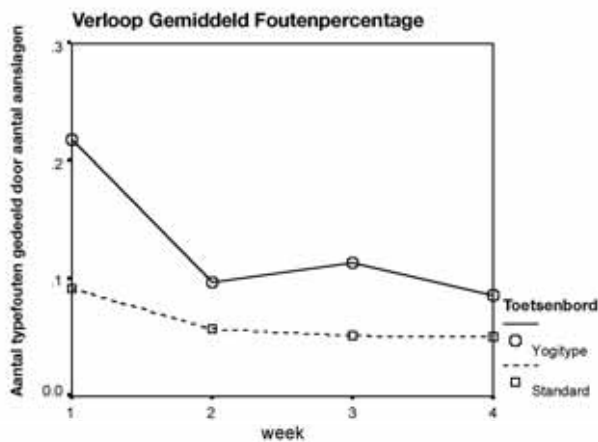


Figuur 4. Verloop van de gemiddelde typesnelheid in aantal aanslagen per minuut gedurende de vier weken van het onderzoek voor het Yogitype en het standaard toetsenbord. De standaard meetfout rond de gemiddelde waarden is per week voor respectievelijk het Yogitype en het standaard toetsenbord de volgende: week 1: 37,1; 37,9; week 2: 38,0; 33,7; week 3: 32,8; 30,7; week 4: 36,0; 31,3)

Het snelle leerproces komt ook in de evolutie van het foutenpercentage tot uiting (zie Figuur 5). Voor beide toetsenborden neemt het aantal fouten significant af, met name in de eerste week. ($F(3, 24) = 5,04$, $p < 0,01$). De twee borden verschillen in foutenpercentage nauwelijks van elkaar ($F(1, 8) = 3,476$, n.s.) en het aantal fouten daalt bij het Yogitype sneller dan bij het standaard bord zoals te zien is in figuur 4. Deze interactie tussen weeknummer en



toetsenbord is significant ($F(3,24) 3,510, p < 0,05$). Ook bij nadere analyses per week blijkt deze trend bevestigd te worden. Gedurende de eerste drie weken is het standaard bord in snelheid en foutenpercentage nog licht in het voordeel maar gedurende de slotmeting in de vierde week zijn geen statistische verschillen overgebleven.

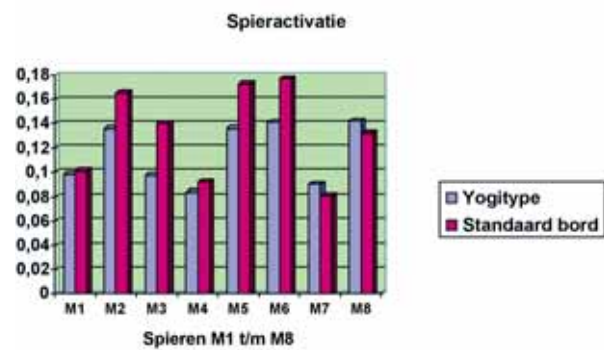


Figuur 5. Ontwikkeling van het gemiddeld foutenpercentage over de vier weken van het experiment voor respectievelijk het Yogitype (rondjes) en het standaard toetsenbord (vierkantjes). De standaard meetfout rond de gemiddelde waarden per week voor respectievelijk het Yogitype en het standaard toetsenbord, is: week 1: 0,07; 0,03; week 2: 0,03; 0,01; week 3: 0,04; 0,01; week 4: 0,03; 0,01).

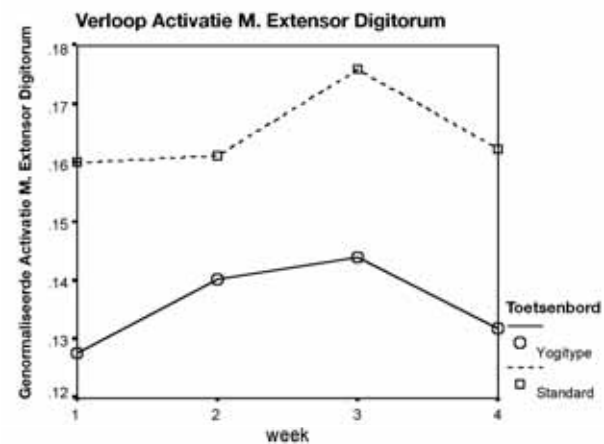
Spierspanningsmaten

Het resultaat van de spierspanningmetingen is samengevat in figuur 6. In de figuur is voor het experiment als geheel weergegeven wat de gemiddelde spierspanning per spier bedraagt. De zes vinger-/polsspieren tonen alle een hoger spanningsniveau voor het standaard, horizontale toetsenbord. Dit verschil is statistisch significant voor de volgende spieren: M. Extensor Digitorum ($F(1, 8) = 14,665, p = 0,005$), M. Flexor Carpi Radialis ($F(1, 8) = 20,006, p < 0,005$), M. Extensor Carpi Radialis Longus ($F(1, 8) = 27,265, p = 0,001$), and M. Extensor Carpi Ulnaris ($F(1, 8) = 30,146, p = 0,001$). Dit zijn met name de spieren die bij RSI klachten als pijnlijk worden aangewezen en het is dus niet zonder betekenis dat juist deze spieren een lager niveau van activatie vertonen bij het verticale toetsenbord. De biceps, die een rol speelt bij het stabiliseren van het toetsenbord bij schootgebruik en de trapeziusspier die vaak als stressgevoelig wordt bestempeld (Sjøgaard, Lundberg & Kadefors, 2000; Waersted, Eken & Westgaard, 1996), tonen licht lagere waarden voor het standaard toetsenbord, maar het verschil is niet significant (M. Biceps: $F(1, 8) = 0,229, n.s.$, M. Trapezius: $F(1, 8) = 0,391, n.s.$). Dit houdt in dat het nieuwe en alternatieve toetsenbord niet tot een verhoging van deze bij

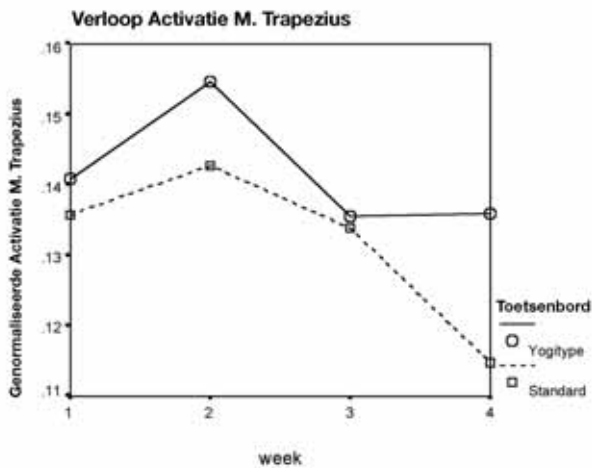
de houding betrokken spieren heeft geleid. Ook is gekeken naar de ontwikkeling van de gemiddelde spierspanning over de vier weken van oefening met het alternatieve toetsenbord. Over het geheel was het effect van week op spierspanning niet significant hetgeen betekent dat het lagere spierspanningsniveau bij het Yogitype bord dus door de andere houding en niet door een leereffect over de weken heen is veroorzaakt. Kennelijk leidt een anatomisch gunstigere houding van onderarm en hand al onmiddellijk tot een lager niveau van spieractivatie. Dit wordt geïllustreerd in figuur 7 voor de M. Extensor Digitorum en in figuur 8 voor de M. Trapezius Descendens.



Figuur 6. Gemiddelde genormaliseerde spieractivatie voor elk van de acht geteste spieren gedurende het hele experiment, voor het Yogitype en het standaard toetsenbord. De nummers M1 = M. Flexor Digitorum Superficialis, M2 = M. Extensor Digitorum, M3 = M. Flexor Carpi Radialis, M4 = M. Flexor Carpi Ulnaris, M5 = M. Extensor Carpi Radialis Longus, M6 = M. Extensor Carpi Ulnaris, M7 = M. Biceps, en M8 = M. Trapezius. (De standaard meetfouten rond de gemiddelde waarden variëren tussen 0,01 en 0,02)



Figuur 7. Gemiddelde genormaliseerde activatie van strekker van de vingers (M. Extensor Digitorum) van week 1 tot en met week 4 voor het Yogitype (rondjes) en het standaard toetsenbord (vierkantjes). De standaard meetfout rond het gemiddelde is per week voor respectievelijk het Yogitype en het standaard toetsenbord: week 1: 0,02; 0,01; week 2: 0,02; 0,01; week 3: 0,01; 0,01; week 4: 0,02; 0,01).



Figuur 8. Gemiddelde genormaliseerde activatie van de nek-schouder spier (M. Trapezius descendens) van week 1 tot en met week 4 voor het Yogitype (rondjes) en het standaard toetsenbord (vierkantjes). De standaard meetfout rond de gemiddelde waarden is per week voor resp. het Yogitype en het standaard toetsenbord: week 1:0,03;0,02; week 2:0,03;0,02; week 3:0,02;0,03; week 4:0,02;0,03).

Het ervaren comfort

Zeven van de negen deelnemers vinden het Yogitype bord meer comfortabel dan het standaard bord met name voor de nek en rug. Sommige deelnemers hebben wel een klein probleem met het vinden van de toetsen en hebben het gevoel gehad dat ze meer fouten maakten, hetgeen niet waar was, zoals de statistische analyse heeft laten zien. Ook t.a.v. de snelheid denkt men nog niet helemaal hun gebruikelijke niveau te halen. Uit de data blijkt evenwel dat in de vierde week er geen verschil meer in snelheid is tussen de twee borden.


Discussie

Terugkerend naar de vier uitgangsvragen, hoeveel oefening is nodig, hoe wordt het nieuwe toestel ervaren, wat is het effect op de RSI gevoelige spieren en wat zijn de gevolgen van een verticaal geplaatst bord voor twee houdingsspieren, kunnen we vaststellen dat slechts enkele zittingen van minder dan een half uur voldoende zijn om normaal gebruikelijke snelheids- en nauwkeurigheidsscores te behalen. Ook de subjectieve beleving is positief. Van de distale spieren reageren vier van de zes gemeten spieren met een significante verlaging van de spierspanning. De overige twee distale spieren en de biceps- en trapeziusspier tonen geen verschil.

Eerder onderzoek, bijvoorbeeld Zecevic e.a. (2000), geeft andere uitkomsten, naar onze mening omdat niet voldoende gewenningstijd werd gegeven. Er zijn vanzelfsprekend studies over langere duur en bij

voorkeur ook met prospectieve designs nodig om te zien of klachten kunnen worden voorkomen of, bij mensen met klachten, kunnen worden verminderd. Een vaak gehoorde opmerking is dat het verticale ontwerp veronderstelt dat mensen blind kunnen typen. Ons huidige onderzoek gaat inderdaad over personen die deze vaardigheid beheersen. Toch is het nieuwe ontwerp ook voor mensen die niet blind typen, maar zicht op de toetsen nodig hebben, bruikbaar omdat de twee bordhelten licht achterover hellen (zie figuur 1) en dus loodrecht op de zichtlijn staan. Zoals gezegd, de toetsidentiteiten zijn van binnen uit zichtbaar maar uiteraard moet hierover nader onderzoek worden gedaan. Ook zal onder ogen moeten worden gezien dat maatregelen om RSI te bestrijden uit meerdere hoeken zullen moeten komen. Onlangs toonde Gerr e.a. (2004) nog aan dat met name de duur van de blootstelling aan typetaken een erg belangrijke factor is en dat om die reden ook alternatieve werkschema's en pauzesoftware nuttige hulpmiddelen kunnen zijn. Individueel spelen bepaalde motorische strategieën (Bloemsaat e.a., 2004) en wellicht ook persoonseigenschappen als gevoeligheid voor stress (Van Galen & Van Huygevoort, 2000; Van Galen e.a., 2002) een rol. Speciale aandacht verdient de positie van de muis. In de meeste gevallen vraagt de muis om een ongunstige, sterk geabduceerde (d.w.z. naar buiten geplaatste) positie van de hand en onderarm. Een oplossing zou kunnen zijn de muis in de polssteunen te integreren via isometrische krachtopnemers die de cursorpositie besturen. Op dit moment is ons onderzoek in de lijn van het recente rapport van de commissie die de betrokken ministers adviseert over urgent onderzoek op het terrein van RSI-preventie en herstel (Blatter et al., 2004), waarin de potentiële winst van ergonomisch betere apparatuur en werkhoudingen sterk wordt bepleit.

Conclusie

De conclusie die wij trekken is dat een verticaal toetsenbord-concept als dat van Yogitype met de gebruikte flexibele polssteunen een ergonomisch verantwoord concept is dat inderdaad perspectieven biedt op het verlagen van het RSI risico. Uiteraard betreft het hier nog maar een eerste meer systematische studie met controle van de relevante omstandigheden. Het blijkt mogelijk snel het werken met het nieuwe toetsenbord onder de knie te krijgen en het blijkt dat in een natuurlijke werksituatie het nieuwe toetsenbord ook gemakkelijk wordt geaccepteerd. 



Abstract

The Yogitype keyboard is a midway-split and backwards-upright positioned variant of the QWERTY keyboard. Users make keystrokes in the direction of the frontal body plane and key identities are visible from the inner side of the board. Performance with the Yogitype keyboard was evaluated by having nine experienced typists type standardized texts for 20 minutes twice a week over a period of four weeks. At the end of each week, typing performance, subjective comfort and muscular activation in six wrist/finger flexors and -extensors and the m. biceps brachii and m. trapezius descendens were compared for the Yogitype and traditional keyboards. Normal, accurate typing speeds of 300 keystrokes per min were regained within two weeks of practice, and subjective comfort was high. Wrist/finger flexors and extensors exhibited lower muscular activation with the vertical keyboard. No difference was found for m. trapezius pars descendens and m. biceps brachii. Implications of the vertical keyboard for the prevention of Work Related Upper Extremity Disorders are discussed.

Literatuur

- Armstrong, T.J., Fine, L.J., Goldstein, S.A., Lifshitz, Y.R., & Silverstein, B.A.** (1987). Ergonomic considerations in hand and wrist tendonitis. *Journal of Hand Surgery*, 12A, 830-837.
- Blatter, B.M., & Bongers, P.M.** (1999). Work related neck and upper limb symptoms (RSI): High risk occupations and risk factors in the Dutch working population. Hoofddorp: TNO Work and Employment (report 4070117 / r9800293).
- Blatter, B.M., Bongers, P.M., Dieën, J.H. van, Kempen, P.M. van, Kraker, H. de, Miedema, H., Reijnen, C.N., & Vet, H.C. W. de** (2004). RSI-maatregelen: preventie, behandeling en reintegratie. Programmeringstudie in opdracht van de ministeries van Sociale Zaken en Werkgelegenheid en van Volksgezondheid, Welzijn en Sport.
- Bloemsaat, J. G., Ruijgrok, J. M., & Galen, G.P. van** (2004). Patients suffering from nonspecific Work Related Upper Extremity Disorders exhibit insufficient movement strategies. *Acta Psychologica*, 115, 17-33.
- Bongers, P.M., Kremer, A.M., & Laak, J. ter** (2002). Are psychosocial factors, risk factors for symptoms and signs of the shoulder, elbow, or hand/wrist?: A review of the epidemiological literature. *American Journal of Industrial Medicine*, 41, 315-342.
- Byl, N. N., Merzenich, M. M., & Jenkins, W. M.** (1996). A primate genesis model of focal dystonia and repetitive strain injury: I. Learning-induced dedifferentiation of the representation of the hand in the primary somatosensory cortex in adult monkeys. *Neurology*, 47, 508-520.
- Dieën, J.H. van, Visser, B., & Hermans, V.** (2003). The contribution of task-related biomechanical constraints to the development of work-related myalgia. In: Johansson, H., Windhorst, U., Djupsjöbacka, M., & Passatore, M. (Eds.), *Chronic work-related myalgia. Neuro-muscular mechanisms behind work-related chronic muscle syndromes*. Stockholm: Gävle University Press, 83-93.
- Flesch, R.** (1948). A New Readability Yardstick. *Journal of Applied Psychology*, 32, 221-233.
- Galen, G.P. van, Müller, M. L. T. M., Meulenbroek, R.G.J., & Gemmert, A.W.A. van** (2002). Forearm EMG response activity during motor performance in individuals prone to increased stress reactivity. *American Journal of Industrial Medicine*, 41, 406-419.
- Galen, G.P. van, & Huygevoort, M. van** (2000). Error, stress and the role of neuromotor noise in space oriented behaviour. *Biological Psychology*, 51, 151-171.
- Gerr, F., Marcus, M., & Monteilh, C.** (2004). Epidemiology of musculoskeletal disorders among computer users : lesson learned from the role of posture and keyboard use. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14, 25-31.
- Gezondheidsraad** (2000). RSI. Den Haag: Gezondheidsraad, publicatie nr 2000/22.
- Kemeling, F.** (2002). Alternatieve toetsenborden. Literatuuronderzoek naar toetsenborden ontworpen ter preventie van RSI in de periode 1970-2002. Afstudeerscriptie ten behoeve van afstudeerproject Type Device, TU Delft, Faculteit Ontwerp, Constructie en Productie, Delft, The Netherlands (in Dutch).
- Moore, J.S., & Garg, A.** (1991). Determination of the operational characteristics of ergonomic exposure assessments for prediction of disorders of the upper extremities and back. In: *Proceedings of the 11th Congress of the International Ergonomics Association*. London, England: Taylor & Francis, pp 144-146.
- Muss, T., & Hedge, A.** (1999). SafeType keyboard design, Cornell University Study, op internet: <http://www.ergotype.nl/en/cornell.htm>
- Picavet, H.S.J., Gils, H.W.V. van, & Schouten, J.S.A.G.** (2000). Klachten van het bewegingsapparaat in de Nederlandse bevolking. Prevalenties, consequenties en risicogroepen. [Musculoskeletal complaints in the Dutch population. Prevalence, impact and risk groups.]. Bilthoven: RIVM-report 266807 002.
- Ranney, D., Wells, R., & Moore, A.** (1995). Upper limb musculoskeletal disorders in highly repetitive industries: precise anatomical physical findings. *Ergonomics*, 38, 1408-1423.
- Rempel, D., Bach, J.M., Gordon, L., & So, Y.** (1998). Effects of forearm pronation/supination on carpal tunnel pressure. *American Journal of Hand Surgery*, 23, 38-42.
- Rempel, D., Serina, E., & Klinenburg, E.** (1997). The effect of keyboard keyswitch make force on applied force and finger flexor muscle activity. *Ergonomics*, 40, 800-808.
- Rempel, D., Tittiranonda, P., Burastero, S., et al.** (1999). Effect of keyboard keyswitch design on hand pain. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 41, 111-119.
- Sjøgaard, G., Lundberg, U., & Kadefors, R.** (2000). The role of muscle activity and mental load in the development of pain and degenerative processes at the muscle cell level during computer work. *Journal of Applied Physiology*, 83, 99-105.
- Szeto, G.P., & Ng, J.K.F.** (2000). A comparison of wrist posture and forearm muscle activities while using an alternative keyboard and a standard keyboard. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 10, 189-197.
- Tittiranonda, P., Rempel, D., Armstrong, T., & Burastero, S.** (1999a). Workplace use of an adjustable keyboard: Adjustment preferences and effect on wrist posture. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 60, 340-348.
- Tittiranonda, P., Rempel, D., Armstrong, T., & Burastero, S.** (1999b). Effect of four computer keyboards in computer users with upper extremity musculoskeletal disorders. *American Journal of Industrial Medicine*, 35, 647-661.
- Visser, B., Korte, E. de, Kraan, I. van der, & Kuijjer, P.** (2000). The effect of arm and wrist supports on the load of the upper extremity during VDU work. *Clinical Biomechanics*, 15, S34-8.
- Waersted, M., Eken, T., & Westgaard, R.H.** (1996). Activity of single motor units in attention-demanding tasks: Firing pattern in the human trapezius muscle. *European Journal of Applied Physiology*, 72, 323-329.
- Zecevic, A., Miller, D.I., & Harburn, K.L.** (2000). An evaluation of the ergonomics of three computer keyboards. *Ergonomics*, 43, 55-72.

Abstracts

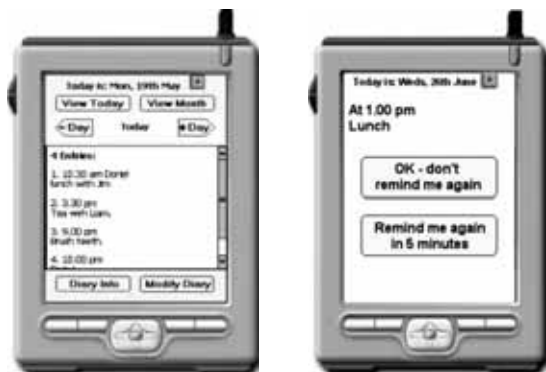
Door Veerle Hermans en Anita Cremers

Szymkowiak A, Morrison K, Gregor P, Shah P, Evans JJ, en Wilson BA

A memory aid with remote communication using distributed technology. Personal and Ubiquitous Computing 2005;9:1-5.

Elektronische geheugenhulpjes zijn al wel eerder toegepast om ondersteuning te geven aan mensen die kampen met geheugenproblemen. Deze hulpmiddelen presenteren gewoonlijk korte geheugensteuntjes voor het uitvoeren van bepaalde acties, die vervolgens worden bevestigd door de gebruiker. De recente opkomst van draagbare computers met draadloze technologie biedt nieuwe mogelijkheden voor geheugenondersteuning, die mogelijk beter aansluiten bij gebruikersbehoeften.

Dit artikel beschrijft de architectuur van een draagbaar elektronisch systeem voor geheugensteuntjes dat de auteurs hebben ontwikkeld en dat ze nog gaan evalueren met mensen die geheugenproblemen hebben. Het systeem herinnert de gebruiker aan afspraken of uit te voeren acties. Deze gegevens kunnen op het apparaat zelf worden ingevoerd, maar ook vanaf andere terminals. Zodoende kunnen ook anderen, bijvoorbeeld zorgverleners of familieleden, op afstand gegevens invoeren. Het systeem houdt tevens op afstand bij of de herinneringen bevestigd worden door de gebruiker. Dit biedt de mogelijkheid voor anderen om in te grijpen als gebruikers alsnog iets vergeten zijn.



Brave S, Nass C, en Hutchinson K

Computers that care: investigating the effects of orientation and of emotion exhibited by an embodied computer agent. International Journal of Human-Computer Studies 2005;62(2):161-178.

Belichaamde computer agents ('embodied agents', ook wel 'avatars' genoemd) worden steeds populairder als mens-computer interactie techniek. Het gaat hier om geanimeerde figuren waarmee de gebruiker in interactie kan treden. Vaak worden deze agents zo geprogrammeerd dat ze emotionele expressies kunnen uitdrukken. Het artikel beschrijft onderzoek naar de psychologische effecten op gebruikers van door agents uitgedrukte emoties. Twee verschillende typen emotie werden onderzocht: emotie gericht op zichzelf en emotie gericht op anderen (empathie). In een tussen-personen experiment werkten 96 proefpersonen met een computer-spelletje waarin een agent een belangrijke rol speelde. De agent had vier verschijningsvormen, namelijk zonder emotie, met een op zichzelf gerichte emotie, met een empathische emotie en met beide typen emoties. De resultaten van het experiment tonen aan dat proefpersonen een systeem met een agent die empathie uitdrukt positiever beoordelen. Ze vonden deze agents ook aardiger, betrouwbaarder en meer zorgzaam en ondersteunend. Er werd geen effect gevonden voor de aanwezigheid van emotie gericht op zichzelf. De auteurs concluderen dat, net zoals bij menselijke interactie, de interactie met een empathische agent een positief resultaat oplevert. Interactie-ontwerpers kunnen hiervan gebruik maken, bijvoorbeeld om de ervaren betrouwbaarheid van een systeem te verhogen.

Bao S en Silverstein B

Estimation of hand force in ergonomic job evaluations, Ergonomics 2005;48 (3): 288-301.

Het is moeilijk om handkrachten te meten tijdens het uitvoeren van arbeidstaken. Deze studie had als doel om normatieve waarden vast te leggen voor pinch- en



powergreepkrachten met een nieuwe digitale dynamometer. Tevens werden validiteit en betrouwbaarheid van het meten van handknijpkrachten en het inschatten van deze inspanningen nagegaan en werd de relatie tussen de knijpwaarden en de spieractiviteit van drie voorarm- en handspieren bestudeerd. In totaal 120 vrijwilligers participeerden in het eerste experiment, 14 van hen lieten spieractiviteit registreren in een tweede experiment. Uit de resultaten blijkt dat de gegevens uit de nieuwe dynamometer vergelijkbaar zijn met studies waarin oudere toestellen gebruikt werden. Op groepsniveau blijkt de krachtinschatting en overeenkomst zeer accuraat en consistent te zijn. Individueel gezien is het wel belangrijk instructies te geven aan de proefpersonen zodat accurate kracht inschattingen kunnen worden uitgevoerd. Het inschatten van een bepaalde overeenstemmende kracht kan namelijk afhangen van de perceptie van de uitgevoerde spierinspanning.

McGill S en Brown S

Personal and and psychosocial variables in workers with a previous history of LBP: 16-month follow-up, Ergonomics 2005;48(2): 200-206.

Een 16 maanden longitudinale studie werd uitgevoerd bij werknemers die fysiek zware taken uitvoeren. Uit een vorige studie bleek dat verscheidene van deze personen reeds een hele geschiedenis van lage rugpijn (LRP) hadden waardoor ze afwezig waren op het werk, terwijl andere niet afwezig waren. Doel van deze studie was na te gaan welke individuele en psychosociale parameters mogelijks verweven kunnen zijn met een geschiedenis van lage rugpijn en na te gaan of deze parameters kunnen wijzigen na 16 maanden terug aan het werk te zijn. In totaal 72 werknemers werden geworven uit de zware industrie; 26 van hen waren afwezig geweest op het werk wegens rugpijn. In de follow-up studie bleek dat 46 personen geen problemen op het werk hadden; 13 van hen kwam uit de groep afwezigen. De eerste meting suggereerde dat een LRP geschiedenis gerelateerd is met een grotere buikomtrek, een grotere chronische predictie, afwijkende flexie-extensie kracht en uithoudingsratio's en motorische controle tekortkomingen waardoor er onnodige hoge rugbelasting ontstaat. Uit de follow-up blijkt er echter geen verschil te zijn in fysieke symptomen of ervaren last over de laatste 16 maanden. Uit de studie wordt geconcludeerd dat tijd en werk bijdragen aan het genezingsproces.

Shaw W, Pransky G, Patterson W, en Winters M

Early disability risk factors for low back pain assessed at outpatient occupational health clinics. Spine 2005;30(5):572-580.

Verschillende lage rugpijn (LRP) studies hebben geen rekening gehouden met het allereerste contact dat verlopen is tussen de patiënt en de behandelende arts. Deze studie wou nagaan bij 568 patiënten of het eerste onderzoek bij een acute lage rugklacht voorspellingen kan doen voor het verder verloop. Een vragenlijst met 16 items aangaande arbeidsongeschiktheids risico werd afgenomen, inclusief demografische, werkgerelateerde, psychosociale factoren en symptomen. Na het onderzoek vulden de medici een aanvullende vragenlijst in met 10 items aangaande de symptomen en initiële prognose. Eén maand na de start van de LRP werden functionele beperkingen en werk status nagegaan. Bijna 84% van de personen was in staat te blijven werken of opnieuw aan het werk te gaan binnen de maand. Uit de multivariate analyses blijkt dat functionele verbeteringen en terugkeer naar het werk sterker voorspeld worden door werkgerelateerde factoren (fysieke werkeisen, mogelijkheid tot aanpasbaar werk, job voorwaarden) en door zelf inschattingen van pijn en gemoedsgesteldheid dan door gezondheidsgeschiedenis of fysieke evaluatie. Vandaar dat de onderzoekers concluderen dat een vroege screening naar disability een hulp kan zijn om die patiënten te identificeren die een groter risico vertonen voor langdurige werkgerelateerde lage rugpijn. De auteurs geven weer dat het belangrijk is deze bevindingen ook na te gaan op langere termijn.