



Tijdschrift voor

jaargang 45 - nr. 1 - april 2020

HUMAN FACTORS



Dossier: Anthropometry

Minder zitten op kantoor

Prijswinnaars HFNL Jaarcongres 2019

Human Factors streeft naar het zodanig ontwerpen van gebruiksvorwerpen, technische systemen en taken, dat de veiligheid, de gezondheid, het comfort en het doeltreffend functioneren van mensen worden bevorderd.

Tijdschrift voor Human Factors is een uitgave van Human Factors NL, vereniging voor ergonomie. De vereniging tracht op basis van bovengenoemde omschrijving onderzoek te bevorderen, resultaten openbaar te maken, praktische toepassingen te stimuleren en uitwisseling van gegevens tussen belanghebbende vakgebieden te doen plaatsvinden.

Secretariaat van Human Factors NL
Utrechtsestraat 19
6811 LS Arnhem
leden@humanfactors.nl
www.humanfactors.nl

Redactie
dr. R.A.G. Post, hoofdredacteur@humanfactors.nl
dr. O.A. Blanson Henkemans, olivier.blansonhenkemans@tno.nl
drs. P. van Dorst, pimvandorst@vhphp.nl
drs. T. Luger, tassy_luger@hotmail.com
dr.ir. M.H. Sonneveld, M.H.Sonneveld@tudelft.nl
dr.ir. L.S.G.L. Wauben, l.s.g.l.wauben@hr.nl
dr. N.W. Wiezer, noortje.wiezer@tno.nl

Redactieraad
dr. A.H.M. Cremers, prof.dr.ir. J. Dul, drs. J. Jansen, prof.dr. M.P. de Looze, dr.ir. M. Melles, prof.dr.ing. W.B. Verwey

Technische redactie
Reijsegert to the point
Postbus 174, 3760 AD Soest
Telefoon: 035 693 67 76
info@reijsegertothepoint.nl

Realisatie en ontwerp
Practicum, Soest
practicum.nl

Advertenties
Advertentiewinkel.nl
Postbus 174, 3760 AD Soest
Telefoon: 035 693 67 76
info@advertentiewinkel.nl

Abonnementen
Het Tijdschrift voor Human Factors verschijnt vier maal per jaar. De abonnementsprijs bedraagt € 80,- per jaargang. Abonnementen kunnen ieder moment ingaan, doch slechts worden beëindigd indien schriftelijk vóór 1 december van de lopende jaargang is opgezegd en een bevestiging daarvan is ontvangen. Bij niet tijdige opzegging wordt het abonnement automatisch met een jaar verlengd.

Auteursrecht
Behoudens de door de wet gestelde uitzonderingen mag niets in deze uitgave worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.
ISSN 2405-7924

Richtlijnen voor Auteurs
zie www.humanfactors.nl

Persberichten
Persberichten kunt u sturen aan de (technische) redactie.

Coverfoto
Afbeelding van Gerd Altmann via Pixabay

Dossier Anthropometry *the study of body measurements*

- **DINED Mannequin**
Toon Huysmans, Lyè Goto, Johan Molenbroek and Richard Goossens
- **Virtual fitting**
Hein Daanen
- **Passend zitten op schoolmeubilair**
Renate de Bruin

Gastredacteur: Johan Molenbroek

3

Minder zitten op kantoor

Een workshop over de laatste inzichten uit wetenschap en praktijk

Auteurs: Lidewij Renaud, Erwin Speklé, Allard van der Beek, Hidde van der Ploeg en Maaike Huysmans

26

De winnaars

Tijdens het HFNL Jaarcongres 2019 'Evolutie, Revolutie' zijn verschillende prijzen uitgereikt. In deze editie een overzicht:

Dissertatieprijs Vincent Blijleven

Deze prijs wordt mede mogelijk gemaakt door de Stichting Registratie Ergonomen (SER)

Scriptieprijs Mücahit Aydin

Toepassingsprijs Yvonne de Leeuw-van Zaanen en Ondine de Hullu

Deze prijs wordt mede mogelijk gemaakt door Intergo

19

Verder in dit nummer

| | |
|----------------------------------|----|
| HF en octrooien Safe-T-Secure | 18 |
| Een voorwoord uit de vereniging | 32 |



Anthropometry

In this Dossier we focus on a special field of data, the study of body measurements, called Anthropometry. Alphonsus Quetelet (1796-1874) was one of the first who used the term Anthropometry. He was known for measuring his own children in a small longitudinal study: each child was measured several moments a year to be able to draw a real individual growth curve of the legs (I did this too when my kids were small). The Dutch contribution to anthropometry consists of a series of five national growth studies since the 50ties in which 20-40k children were measured in each study (mainly height, weight and head circumference) leading to the Growth Diagrams. All Dutch children were compared with these standards to see if their growth was normal. Nowadays, the knowledge distribution is not only about the variation of body dimensions and their correlations, but also about the variation of body shapes and the interaction with CAD software.



DINED Mannequin

The paper of Toon Huysmans describes the DINED Mannequin platform and the knowledge of 3D scanning, which enables generating 3D data about the variation of body shapes. The Mannequin platform was used by a design project for a wetsuit. The Dutch male database was used for setting up a sizing system and creating a 3D design manikin for each size. The paper concludes that the Mannequin platform will be an open-data hub for researchers to share their 3D anthropometric studies of external and internal body shape of various target groups, like obese, elderly, and children, and for designers to intuitively explore body shape variation in the design of consumer and medical products.

Virtual fitting

Another application of 3D anthropometry is described in the paper of Hein Daanen. He describes generating a digital copy of the human body using 3D whole body scanning. This copy can be dressed and the fit of garments can be evaluated, which is called virtual fitting. Virtual fitting is an emerging technology and it seems a promising method to reduce the number on undesired garment returns. It seems ideal to me that in the near future we would have our avatar in a cloud, on a safe place and owned by ourselves individually. The avatar can be used to digitally pre-fit our clothes,

making clothes returns obsolete.

Physical fitting school furniture in practise

A third (and still complicated) matter, described by Renate de Bruin, is based on traditional anthropometry and describes the sizing problem of school furniture. The problem is complicated, not only because the children vary in size and shape, but also because the growth of an individual child depends on many other factors apart from age (e.g., population born in, socio-economic factors, illness). Another factor is the fact that the furniture lasts regularly 20 years. Traditionally school furniture is produced in fixed sizes (not like adjustability office furniture), however this seems more adequate to cover the variation. The paper of Renate de Bruin describes simple solutions for the physical fit for using school furniture with the purpose of creating a good posture for the school children.

About the author



Dr. Johan Molenbroek
Faculty of Industrial Design
Engineering
Delft University of Technology
j.f.m.molenbroek@tudelft.nl

DINED Mannequin

Designing products that closely interact with the human body can be quite challenging. Think for example about wearables like helmets, (Virtual Reality-) goggles, masks, garments, sports braces, or shoes. We are all unique individuals and this requires designers to carefully consider the great variety of human body shapes and come up with smart ways of accommodating this variety in such products through the use of sizing systems, adjustable parts, or flexible materials (Verwulgen et al., 2018).

Toon Huysmans, Lyè Goto, Johan Molenbroek and Richard Goossens

A new form of anthropometry

To get more insight in human body variation, designers often rely on anthropometric data, preferably of their target population. Traditional anthropometric data describes body variation through a set of 1D body measurements, such as lengths, breadths, heights, and circumferences. They are usually comprehensively reported through tables of measurement percentiles indicating e.g. the smaller (P1), average (P50), and larger (P99) values of each dimension and defining the range to be accommodated by the product in order to serve most (e.g. 98%) of the population. The DINED platform provides such data through the '1D database'-tool (Molenbroek, 1999). Unfortunately, traditional anthropometric tables provide the designer with an oversimplified view of body shape, which is caused by sparsity of the measurements and the lack of describing the relations between measurements. When measurement data is available at the level of the individual, it is possible to do correlation analyses to investigate the relation between body dimensions, e.g. through scatter plotting as in the DINED 'Ellipse'-tool (Molenbroek, 2015). Weakly or uncorrelated body dimensions often lead to more complicated sizing like for example breast size and chest circumference in bra sizing. Thus, although correlation analysis can significantly increase insight into the body shape variation, it remains a challenge to get a complete view of the body shape as the relative position of the dimensions is often unknown. Advancements in sensor technology and 3D reconstruction techniques has led to affordable and accurate 3D bodyscanning systems becoming increasingly available. Some of these systems support virtual measurement of anthropometric dimensions, allowing extensive sets of measurements to be obtained efficiently. However, the full potential of 3D scanning is in the obtained surface description, providing a complete, point-by-point view of body shape. The analysis of body shapes using surface descriptions is what is studied in the field of 3D surface anthropometry which is an active field of research. Surface anthropometry has become increasingly popular, given its clear advantage, but it involves complicated data processing that has largely hindered widespread application.

We introduce 'Mannequin', a new tool for the DINED-platform. Through this tool, we want to make 3D anthropometry accessible for engineers, designers, and ergonomists by providing an intuitive interface for exploring 3D body shape variation and creating 3D design manikins. In the open data spirit of DINED, Mannequin can be freely used for both research and commercial purposes (Huysmans & Molenbroek, 2020).

Challenges of working with 3D scans

Nowadays, one can create a 3D body scan of an individual with the push of a button. The subsequent analysis of the 3D scan, however, remains a significant hurdle. This is partly due to the unstructured nature of the 3D scan mesh, which is a patchwork of triangles of various sizes connecting points on the surface of the body. Processing and analysis of such data, like changing the resolution, smoothing the shape, or taking virtual measurements, requires much more complicated algorithms compared to structured data analysis like with images, consisting of regularly spaced pixels on a rectangular grid. In addition, 3D scanners fail to capture occluded areas (arm pits and crotch area) and have difficulties reconstructing hair and small structures like the fingers and ears, resulting in missing data or holes in the mesh. Specialized mesh processing software exist, e.g., Meshlab (n.d.), Artec Studio (n.d.), and DesignX (n.d.), but they come with a steep learning curve and often a high price tag. When moving from the analysis of a single body scan to an entire database of 3D scans, one is confronted with even more challenges and these cannot be addressed with currently available software packages. The reason is that meshes of different 3D scans cannot be directly compared, due to holes but also due to a difference in number, placement, and connectivity of the points and triangles. This is usually referred to as a lack of correspondence or homology. Before we can statistically summarize body shape variation present in the database, the 3D body scans need to be converted into a homological form. In such form, each 3D scan has the same number and connectivity of points and triangles and the points are placed at the comparable anatomical locations. In Figure 1, two example 3D scans and the principle of homology is shown.

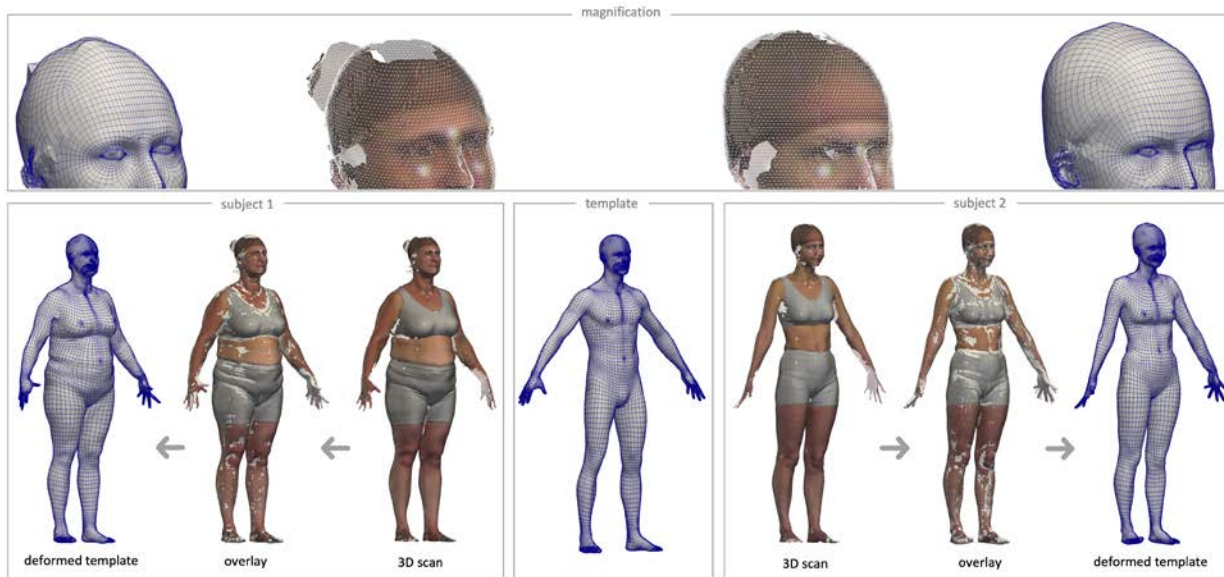


Figure 1. A necessary processing step in the analysis of 3D scan databases is the conversion of each scan into a homological mesh. The 3D scans of two subjects are shown (bottom left and right), together with the template mesh (bottom center) that is used to create a homological mesh for each scan. A magnification of the head area (top) shows various holes and differences in the mesh for the two original scans while these have been removed in the homological meshes.

Statistical analysis of shape

A study of the body shape variation for a specific target population usually starts from a database of 3D body scans, often complemented with a table of 1D physical measurements or virtual measurements derived from the body scans. As pointed out, the first step in analyzing a database of 3D scans is to obtain a homological representation of each scan in the database.

A popular approach to do this is deformable template registration (Danckaers et al., 2014). In this procedure, a homological form for each 3D scan is obtained by elastically deforming a common template mesh towards it, as demonstrated in Figure 1. In some cases, a set of anatomical landmarks has been identified for each subject which can be used to steer the template registration for optimal anatomical correspondence between the subjects in the database.

In contrast with traditional univariate (1D) anthropometric data, 3D surface anthropometric data is highly multivariate as homological body shapes consist of a large number, typically thousands, of 3D points. It is no surprise that the statistical analysis of such data requires more complicated techniques than those relied on in traditional anthropometry. Principal Components Analysis (PCA) is a popular technique to describe body shape variation. PCA is a dimensionality reduction technique that summarizes shape variation into a mean body shape and a small number, typically a few tens, of so-called shape modes. Figure 2 (pagina 6) visualizes the result of a PCA analysis for a Dutch population sample. This PCA model is also used to encode each individual 3D body shape into a small number of shape weights. By adding the weighted contributions of the different shape modes to the average body shape, the individual body shape is obtained.

While PCA is a helpful mathematical tool to compactly describe body shape variation and compactly encode individual body shapes, it can be a bit intimidating to non-engineers. We, therefore, intent to make the exploration

of body shape variation more intuitive by involving the traditional 1D anthropometric measurements again. That is, we model the relationship between the 1D measurements of a subject and the subject's shape weights by a linear regression (Lacko et al., 2015). This allows the designer to explore (combinations of) 1D measurement percentiles and immediately see what 3D body shape corresponds to it. In this way, designers can use the familiar concept of percentiles, but also benefit the added value of 3D body shape.

An Online Analysis Platform

We integrated the concepts discussed in the previous section into a user-friendly online and open-data platform for 3D surface anthropometry, named DINED Mannequin (Huysmans & Molenbroek, 2020). The platform allows designers, without the need for an engineering background, to comprehensively explore 3D shape variation from a database of 3D scans and to create 3D design manikins that can be downloaded and further employed in computer-aided design software for product sizing.

Our platform consists of three parts. The first part comprises the processing and statistical shape analysis of the 3D scan database through the use of non-rigid registration and PCA. This part has to be executed offline in order to make the database available in the system. The second part, concerns the storage of the calculated models and traditional measurements table on a server and making it approachable via a web application programming interface. The interface provides functionality for retrieving measurement samples and regression models that relate the measurement percentiles with 3D body shapes. The third part is a user interface provided as a website. It consists of a population selection and specification panel, a measurement selection and manikin creation panel, a scatter plotting panel for exploring the data distribution and to view the position of the manikins in the population, a panel for interactive 3D viewing of the

Figure 2. Visualization of the first four shape modes of the statistical shape model based on the Dutch subjects in the CAESAR dataset (mixed gender)(Robinette et al., 1999). For each mode, three percentiles are shown: P2.5, P50 (mean), and P97.5. The first mode explains body size and shows a correlation with gender. The second mode is related to the body mass index. The third mode mainly explains posture differences and the fourth mode is a combination of posture differences and gender.

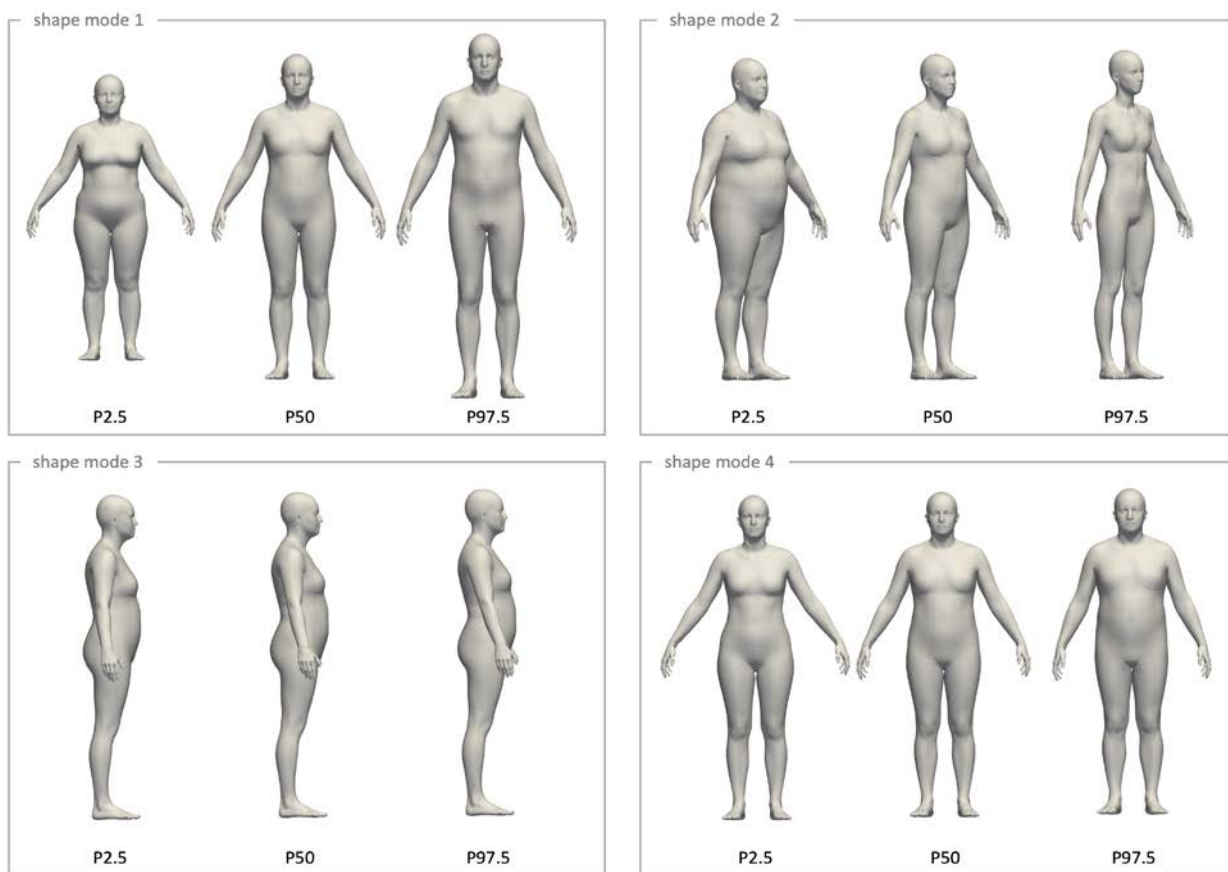
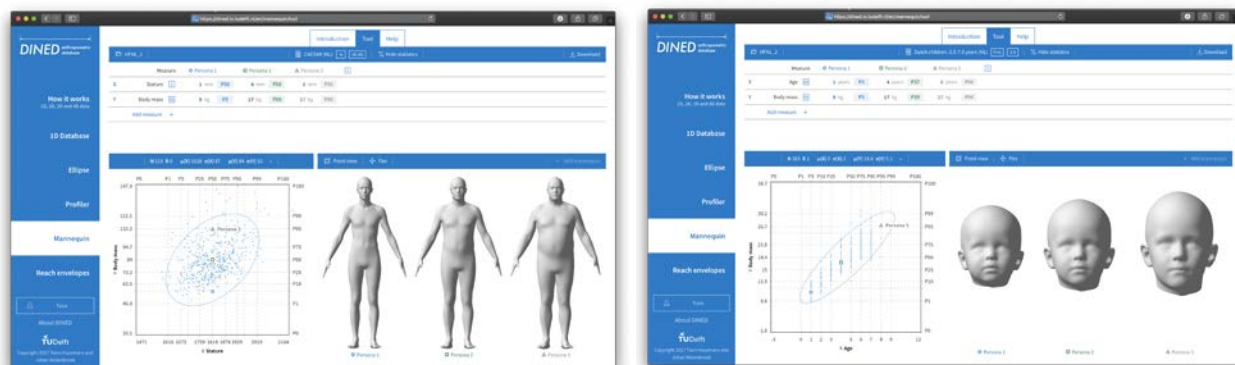


Figure 3. Two 3D anthropometric analyses with the DINED Mannequin web platform. Top: Variation in body mass with a fixed stature for the male population, derived from the CAESAR database (Robinette et al., 1999). Bottom: growth of the head with increasing age and body mass, derived from the database of Goto et al. (2019).



manikins, and a module to download manikin data, scatter plots, and STL-files of the manikins. Some screenshots of the DINED Mannequin tool are provided in Figure 3.

Application

The Mannequin platform, which maintains an open-data policy, is realized as an extension of the DINED-website and available at <http://dined.io.tudelft.nl>. A Dutch child head population and a Dutch full body population is available, based on a TU Delft database (Goto, Molenbroek, Cabo, and Goossens, 2019) and the CAESAR database (Robinette, Daanen, and Paquet, 1999).

The applicability of the DINED Mannequin platform is demonstrated by the work of Staal, Huysmans, and Molenbroek (2019). They used the Dutch male database to set up a sizing system for a wetsuit and create a 3D design

manikin for each size as shown in Figure 4. They then designed an M-size wetsuit in a textile design software (CLO3D, n.d) based on the medium size design mannikin and digitally evaluated and after prototyping also physically evaluated the wetsuit design (see Figure 5). They concluded that 3D anthropometric analysis in combination with virtual textile design software allows a designer to develop a good fitting wetsuit in very short time-span.

Conclusion

We envision the DINED Mannequin platform as an open-data hub for researchers to share their 3D anthropometric studies of external and internal (e.g. bone) body shape of various target groups, like obese, elderly, and children, and for designers to intuitively explore body shape variation in the design of consumer and medical products.

Dossier: Anthropometry

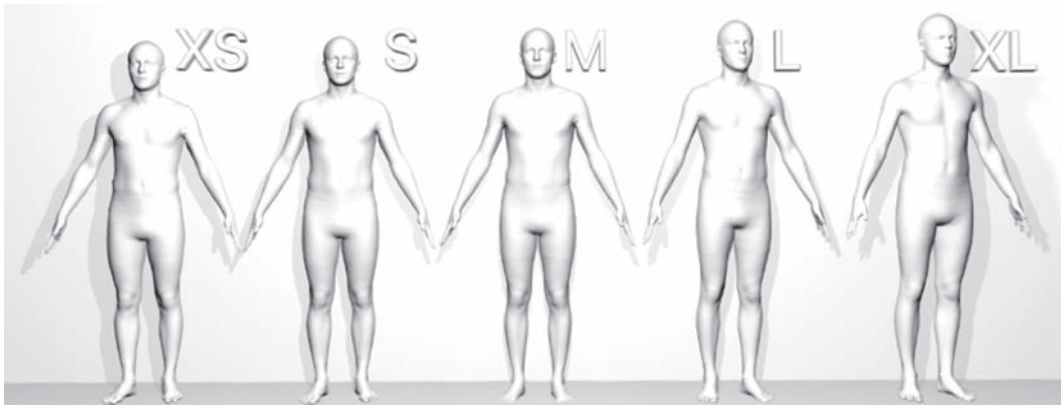


Figure 4. Design manikins forming the basis of a wetsuit sizing system for males (Staal, Huysmans, Molenbroek, 2019).

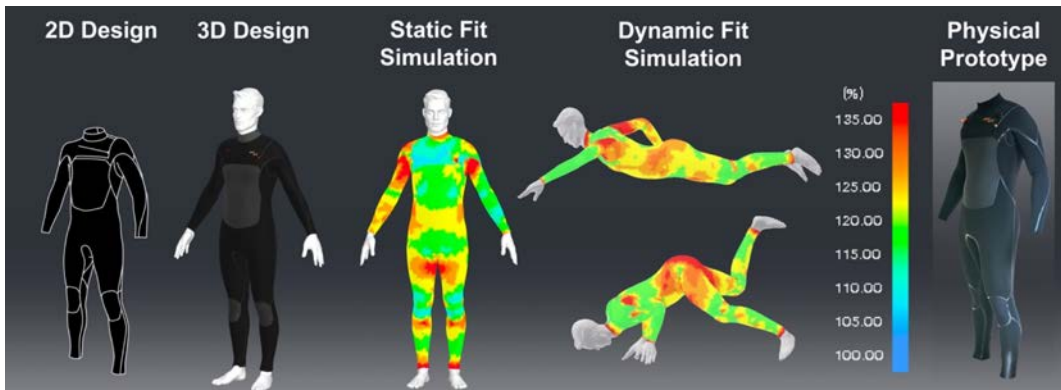


Figure 5. Design of a wetsuit on a size M manikin using CLO3D. The color map indicates the amount of stretch in percentage (100% indicates no stretch). For a wetsuit a certain level of stretch is required to avoid water from entering the suit (Staal, Huysmans, Molenbroek, 2019).

References

- Artec Studio. (n.d.) Retrieved from <https://www.artec3d.com/3d-software/artec-studio>
- Clo3D Virtual Fashion (n.d.). Retrieved from <https://www.clo3d.com>
- Danckaers, F., Huysmans, T., Lacko, D., Ledda, A., Verwulgent, S., Van Dongen, S., & Sijbers, J. (2014, August). Correspondence preserving elastic surface registration with shape model prior. In 2014 22nd International Conference on Pattern Recognition (pp. 2143-2148). IEEE.
- DesignX (n.d.). Retrieved from <https://www.3dsystems.com/software/geomagic-design-x>
- Molenbroek, J.F.M. (1999) 1D Anthropometric Database. DINED / Anthropometry in Design. Retrieved from <https://dined.io.tudelft.nl/en/database>
- Molenbroek, J.F.M. (2015) Ellipse. DINED / Anthropometry in Design. Retrieved from <https://dined.io.tudelft.nl/en/ellipse>
- Huysmans, T., Molenbroek, J.F.M. (2020) Mannequin. DINED / Anthropometry in Design. Retrieved from <https://dined.io.tudelft.nl/en/mannequin>
- Goto, L., Lee, W., Molenbroek, J. F., Cabo, A. J., & Goossens, R. H. (2019). Traditional and 3D scan extracted measurements of the heads and faces of Dutch children. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 73, 102828.
- Lacko, D., Huysmans, T., Parizel, P. M., De Bruyne, G., Verwulgen, S., Van Hulle, M. M., & Sijbers, J. (2015). Evaluation of an anthropometric shape model of the human scalp. *Applied ergonomics*, 48, 70-85.
- Meshlab (n.d.). Retrieved from <http://www.meshlab.net>
- Robinette, K. M., Daanen, H., & Paquet, E. (1999, October). The CAESAR project: a 3-D surface anthropometry survey. In *Second International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling* (pp. 380-386). IEEE.
- Staal, T., Huysmans, T., & Molenbroek, J. (Accepted/In press). A 3D Anthropometric Approach for Designing a Sizing System for Tight Fitting Garments. In P. Vink, & A. Naddeo (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Comfort Congress*.
- Verwulgen, S., Lacko, D., Vleugels, J., Vaes, K., Danckaers, F., De Bruyne, G., & Huysmans, T. (2018). A new data structure and workflow for using 3D anthropometry in the design of wearable products. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 64, 108-117.

About the authors



dr. T. Huysmans
Section on Applied Ergonomics and Design,
Faculty of Industrial Design Engineering,
Delft University of Technology
t.huysmans@tudelft.nl



ir. L. Goto
Section on Applied Ergonomics and Design,
Faculty of Industrial Design Engineering,
Delft University of Technology



dr. ir. J.F.M. Molenbroek
Section on Applied Ergonomics and Design,
Faculty of Industrial Design Engineering,
Delft University of Technology



prof. dr. ir. R.H.M. Goossens
Section on Applied Ergonomics and Design,
Faculty of Industrial Design Engineering,
Delft University of Technology

Virtual fitting

In this dossier Anthropometry of Human Factors, Molenbroek et al. describe how we can generate a digital copy of the human body using 3D whole body scanning. This copy of the body can be dressed and the fit of garments can be evaluated. This process is called virtual fitting. In virtual fitting, 3D scans of the user (population) are matched with the digitized patterns of clothing and equipment. Virtual fitting is an emerging technology, however validation reports are scarce.

Hein Daanen

Why Virtual Fitting

Virtual fitting seems a promising method to reduce the number on undesired garment returns. The Netherlands is currently record holder in the number of returns of goods; with fashion being most prominent. Inappropriate fit is a main argument for returning the goods. Technically it is achievable that the customer for new garments uploads his 3D body scan and personal preferences to the website of the clothing supplier. Then the virtual fitting can (1) determine the best fitting size, or (2) make the garment made-to-measure. 3D printing of garment patterns is also an option that may reduce the costs; it is feasible to convert body dimensions directly into tight fitting garment patterns (Daanen & Hong, 2008). Smart garments that include sensors of physiological functions, such as heart activity, muscle activity, temperature or sweat only function when the garment has a tight fit. Similarly, actuators like vibrating elements or heating/cooling elements are only effective when the

garments have a close interface with the body. Therefore, the future of successful smart garments is intertwined with the success of virtual fitting technique. Other applications are virtual fitting of garments to optimize garment sizing systems. An example is given in this paper in military context. In sports, compression garments are used which claim to shift blood from the skin to the muscle. Although the effectivity is discussed, it is undisputed that in for instance swimming local pressure on the skin can modify performance. In this paper we show the example of virtually fitting a triathlon suit.

3D body scans

Every 3D body scan of sufficient quality can be used for virtual fitting. The Amsterdam Fashion Institute employs the relatively inexpensive SizeStream scanner for virtual fitting. The students often have a personal model to design for and there is a yearly competition in who makes the best match between real and virtual garments (Figure 1).



Figure 1. Work of Nina Wormer (Amsterdam Fashion Institute) combining real and virtual designs (Lectra software).

Dossier: Anthropometry

Virtual fitting is generally passive, this means for one body position. Since clothing has to fit in several body postures, the fitting process can be performed on several scans in extreme positions. The Fraunhofer institute in Tübingen (leader Prof. Michael Black) is also working with dynamic (or 4D) whole body scans to have dynamic fitting.

Also, a human model can be used for virtual fitting. These models are often derived from 3D scans using principle component analysis. The group of Agnes Psikuta published nice work on dynamic virtual fitting using human models (Psikuta, Frackiewicz-Kaczmarek, Frydrych, & Rossi, 2012).

Clothing patterns

In order to make a virtual fit, the clothing patterns have to be digitized and fed in the computer system. A simple example of patterns of trousers is shown in Figure 2.

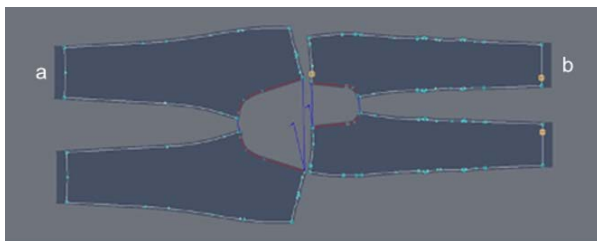


Figure 2. Example of the simplified clothing pattern of a pair of trousers. These four parts are sewn together. The sum of the distances a and b defines the minimal circumference of the trousers leg circumference at bottom, excluding seam allowances and should be sufficiently wide.

Most manufacturers of garments use computer aided design software for apparel in which the patterns of the garments are stored, e.g., Lectra, Gerber, Assyst. When the material has stretch properties, the dimensions of the patterns can be adapted. The dimensions of the clothing and equipment pattern should be related to body dimensions. For instance, the distance a+b in Figure 2 is related to foot size for the trousers in the Dutch armed forces.

Virtual Fitting of garments

The main suppliers of software that allow for virtual design of garments on a 3D body are: Optitex, Gerber, Lectra, Gemini, DCSuite, Clo3D, and Assyst. A recent overview was recently published (Daanen & Psikuta, 2017).

The Lectra Modaris system compares differences between circumferences of the naked body and dressed body on a horizontal plane and color codes the difference. Some other packages, like Clo3D and DC Suite, visualize the distance between the skin and the garment perpendicular to the skin, which is a better method (Figure 3 left). When the clothing is tight fitting, an option can be selected to visualize the strain in the garments (Figure 3 right). A third method is to make the clothing transparent to visualize the interface between the human subject and military garments (Figure 4). Software for virtual fitting is

often focusing on visual representation of fit; quantitative analyses are lacking.

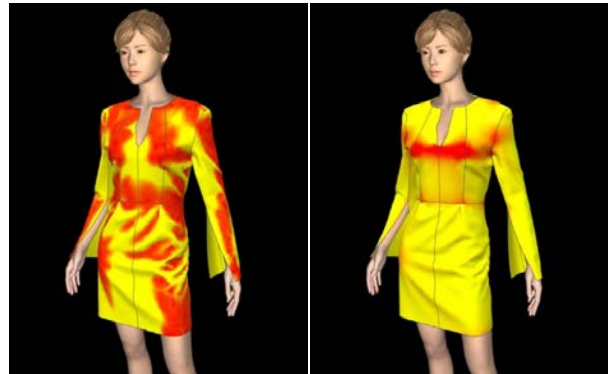


Figure 3. Left: distance analysis, distance between the skin and the garment perpendicular to the skin. Right: strain in the garment using DCSuite.

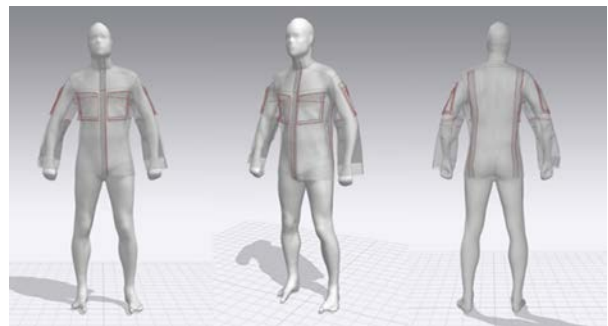


Figure 4. Visualization of the fit of a military jacket on a selected military subject using Clo3D. The clothing is made transparent to visualize the interface with the human body.

Virtual fitting can be used in the design phase (e.g. Figure 4) or in the evaluation phase. Figure 5 shows an example of the evaluation of fit related to the sizes of the garment (from NATO STANREC 4833).

Next to visual assessment of fit, a quantitative assessment can be made. An interesting option is to calculate the trapped air in between the skin and clothing (Havenith, Zhang, Hatcher, & Daanen, 2010) and to set a threshold for what is acceptable and what not. More specific fit allowances can be used at predefined locations at the human body. In Figure 4 for example, the jacket seems to be a bit tight at the level of the hip and loose at the level of the lower arm.

Virtual Fitting of triathlon suit

This virtual fitting case is published by Vedder and Daanen (2015) and concerns the Huub triathlon suits that were worn by all medalists in the Rio Olympics. Neoprene suits that cover most of the body are used during triathlon training and competition. This is not only to reduce heat loss to the water, but also to compress the underlying skin to minimize skin movements and thus reduce drag (Toussaint et al., 1989). Deformation of the body using different swimming suits affects swimming performance (Van Geer et al., 2012). It is, therefore,

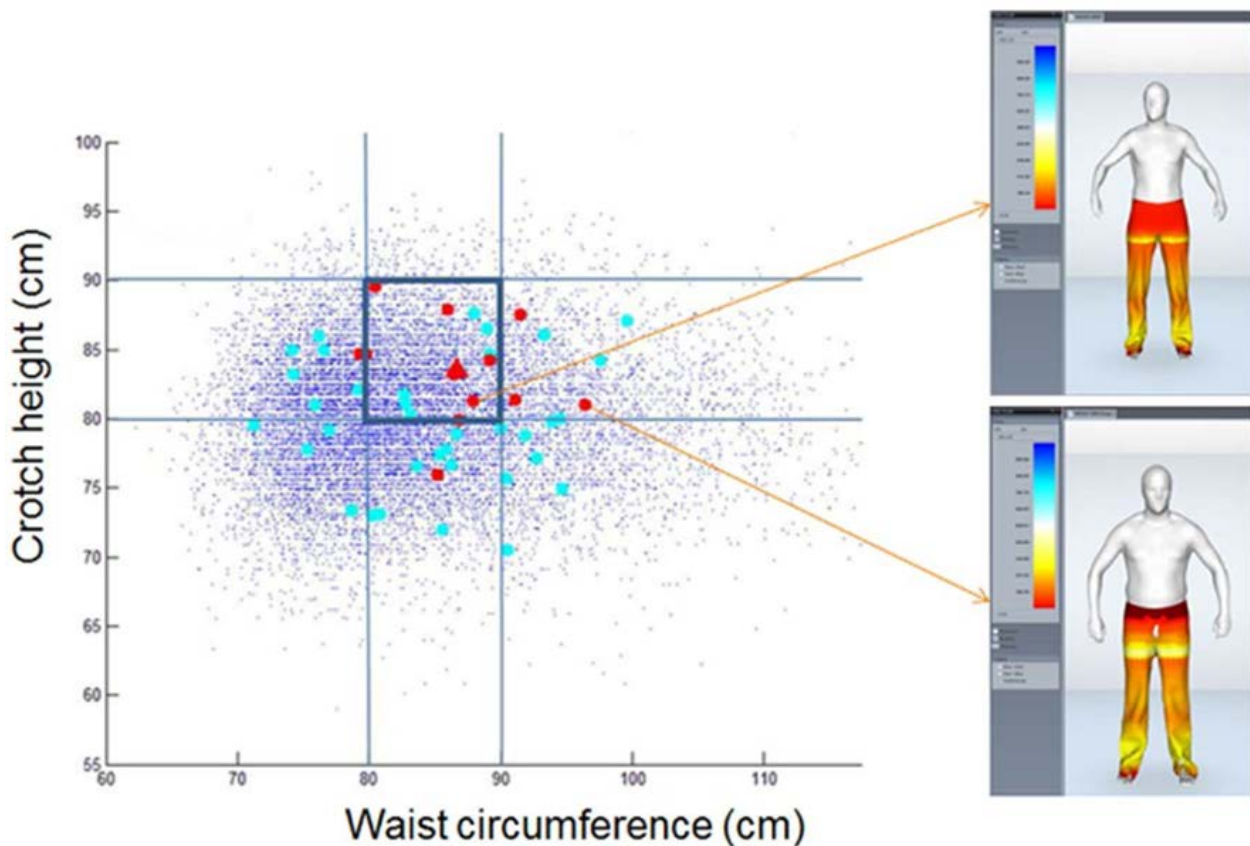


Figure 5. Example of virtual fitting of military trousers using Lectra Modaris software. Each small blue dot in the left panel represents the croch height and waist circumference of a Dutch soldier. The large red dots represent the dimensions of subjects that selected trousers size 8090/8090 in the physical fitting session. This size indication means that both waist circumference and croch height are in the range of 80 cm to 90 cm. The light blue dots represent subjects that selected another trousers size. The 3D scans of two soldiers in the right panels are derived from the database. Both soldiers selected NATO size 8090/8090 during clothing fitting tests. The subject in the upper right panel had a waist circumference of 88 cm and croch height of 82 cm and showed a good virtual fit (no blue or dark red color). The subject in the lower right panel had a waist circumference of 96 cm and croch height of 82 cm. The trousers were too tight at waist level (dark red color). Trouser length was not considered in fit analysis since the bottom parts are tied up.

imperative that the suit carefully follows the body shape. New virtual design tools like Optitex, Clo3D, Lectra, DCSuite and others enable the design or adjustment of garments using 3D scans of the athlete as a starting point (Daanen & Ter Haar, 2013). It is the aim to evaluate the use of such a virtual design system for fit of a triathlon suit on an athlete with focus on material properties.

The body scan of the subject was made using a SizeStream scanner (www.sizestream.com). Figure 6 shows the patterns of the suit and Figure 7 shows the connected edges. The panels were carefully located around the 3D scan.

The suit consisted of neoprene with the exception of panels 4 and 12. The neoprene parts of the legs were made of thicker neoprene to increase buoyancy. Changing the stretch stiffness of panel 6 and 14 from flexible to stiff, changed the profile and fit of the suit, which can be seen in Figure 8.

Virtual fit software was able to provide insight in the effects of changing material properties on fit and

appearance of triathlon suits. Experiments, for instance using 3D scans of subjects wearing suits with different material properties, should be performed in order to investigate the validity of the tool.

Virtual fitting of rigid products

For rigid bodies, such as helmets, a simple way to assess fit is to make a photo of a subject with and without the product, to superimpose the two images and make the product transparent (Figure 9). A simple camera and an inexpensive tool like Fantamorph (www.fantamorph.com) can do the job. However, it has to be realized that hair is an issue that should be considered. A compressing wig cap may mitigate the problem.

3D information is more accurate and informative. The approach is similar to photos: 3D scans of the body and product can be aligned and the distance between the body and product can be calculated. 3D fitting of helmets is performed at TNO in Soesterberg (Oudenhuijzen, Wolfs, & Ter Haar, 2017).

Dossier: Anthropometry

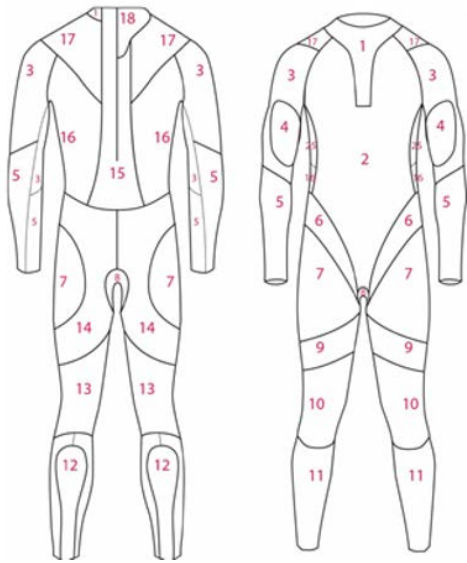


Figure 6. Pattern of the swimming suit.

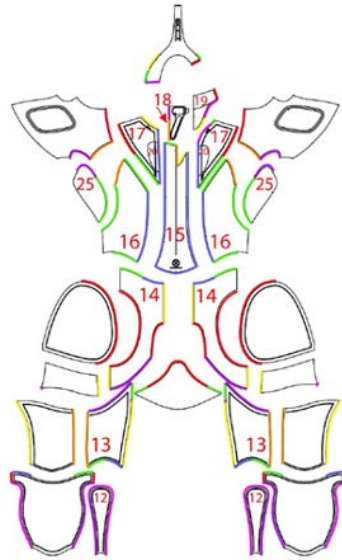


Figure 7. Connected edges of the swimming suit.

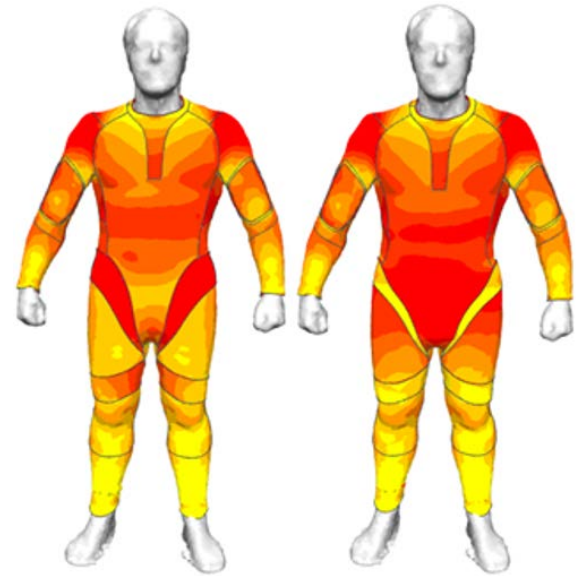


Figure 8. Strain in the triathlon suit with 1608 (warp) and 1756 (weft) (left) and 100 (warp and weft) (right) as stress stiffness parameters for panel 6. Please note that the shape of panel 6 is much smaller in the right panel and that consequently there is more strain (more red color) in the neighboring panels. Yellow = 0% strain, red=100% strain.

Conclusion

Virtual fitting is a promising technique to improve the relation between body dimensions and garment dimensions, thus enabling garments to turn into smart measurement devices and systems to efficiently exchange information and heat with the human body.

References

- Daanen, H.A.M., & Hong, S.-A. (2008). Made-to-measure pattern development based on 3D whole body scans. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 20(1), 15-25.
- Daanen, H.A.M., & Psikuta, A. (2017). 3D body scanning. In R. Nayak & R. Padhy (Eds.), *Automation in Garment Manufacturing*. Waltham, MA, USA: Woodhead.
- Daanen, H.A.M., & Ter Haar, F.B. (2013). 3D whole body scanners revisited. *Displays*, 34(4), 270-275.
- Havenith, G., Zhang, P., Hatcher, K., & Daanen, H. (2010). Comparison of two tracer gas dilution methods for the determination of clothing ventilation and of vapour resistance. *Ergonomics*, 53(4), 548-558.
- Oudenhuijzen, A.J.K., Wolfs, B.J.E., & Ter Haar, F.B. (2017). Helmet fit testing on subjects and 3D avatars. *Report TNO, Soesterberg, The Netherlands*.
- Psikuta, A., Frackiewicz-Kaczmarek, J., Frydrych, I., & Rossi, R. (2012). Quantitative evaluation of air gap thickness and contact area between body and garment. *Textile Research Journal*, 82(14), 1405-1413.
- Toussaint, H.M., Bruinink, L., Coster, R., De Looze, M., Van Rossem, B., Van Veenen, R., De Groot, G. 1989. Effect of a triathlon wet suit on drag during swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 21, 3, 325 - 328.
- Van Geer, E., Molenbroek, J., Schreven, S., De Voogd-Claessen, L., Toussaint, H. 2012. Comparing swimming suits in 3D. *Work* 41, 2025-2030.
- Vedder, K. J., & Daanen, H. A. M. (2015). Virtual fitting of a triathlon swim suit. *Proceedings of Digital Fashion Conference 2015*. Digital Fashion Society, Seoul.



Figure 9. Superimposed images of a photo of a head and head/helmet combination to provide insight in fit.

Over de auteurs



Prof. dr. Hein Daanen
Department of Human Movement
Sciences
Vrije Universiteit Amsterdam
h.a.m.daanen@vu.nl

Passend zitten op schoolmeubilair

Over het aanmeten van schoolmeubilair in de praktijk

Kinderen op de basisschool zitten veel: 30 tot 60 procent van de tijd op school besteden ze aan het uitoefenen van fijn-motorische taken, zoals schrijven en tekenen (McHale & Cermak, 1992). Dit soort taken wordt vanwege de benodigde stabiliteit vaak zittend gedaan. Een Nederlandse studie uit 2015 toonde aan dat kinderen van verschillende basisscholen gemiddeld 3 uur en 15 minuten per dag zitten (Ricken, ten Velden, Visser, & Hartingsveldt, 2015).

Renate de Bruin

Langdurig en veelvuldig zitten, zonder beweging tussendoor, is niet gezond; het heeft een ongunstige invloed op het spier-skeletstelsel (Murphy, Buckle, & Stubbs, 2004) en zelfs op metabolische lichaamsprocessen (Tremblay, Colley, Saunders, Healy, & Owen, 2010; Dunstan, Healy, Sugiyama, & Owen, 2010). Het lichaam van kinderen is nog niet volgroeid en het is niet ondenkbaar dat langdurig zitten nadelige gevolgen kan hebben op hun volwassen gezondheid. Gelukkig laten kinderen, in tegenstelling tot volwassenen, óók heel bewegelijk en onconventioneel zitgedrag zien (Maslen & Straker, 2009; Schröder, 1997). Blijkbaar kunnen de meeste jonge kinderen niet lang stil op een stoel blijven zitten; misschien soms een kwelling voor ouders en leerkrachten, maar in feite een zegen voor de gezondheid van het kind. Het neemt niet weg dat er uit dit alles een noodzaak blijkt van goed ergonomisch zitmeubilair voor kinderen op school, al is het maar om hen de basisprincipes van 'goed zitten' te leren.

Ergonomisch zitmeubilair

Er zijn diverse opvattingen over wat goed ergonomisch zitmeubilair is, maar de algemene deler is eigenlijk altijd wel dat zowel stoel als tafel een lichaamshouding moeten faciliteren waarbij de wervelkolom de natuurlijke S-curve volgt en de verdere belasting op het lichaam zo klein mogelijk is. Dat betekent in de praktijk dat:

- de stoelzittinghoogte is afgestemd op de onderbeenlengte (voeten kunnen op de grond rusten);
- de stoelbreedte en -diepte afgestemd zijn op de heupbreedte zittend en bil-knieholtelengte zittend (het zitvlak wordt optimaal ondersteund zonder puntbelasting bijvoorbeeld bij de stoelranden);
- de rugsteun van de stoel is afgestemd op de hoogte van de lendenwervels en diepte van de natuurlijke curve in de onderrug/uitsteken van de billen (de rug wordt optimaal ondersteund bij het in stand houden van lumbale lordose);

- voor schrijven: de hoogte van het tafelblad iets hoger is dan de ellebooghoogte zittend (de rug en nek hoeven minder gebogen te worden bij lees/schrijftaken en de armen worden optimaal ondersteund door het tafelblad);
- voor beeldschermwerk: een tafelbladhoogte gelijk aan of juist iets lager is dan de ellebooghoogte zittend, vanwege een andere kijkhoek en positie van de armen.

Uit deze generieke richtlijnen voor ergonomisch zitten blijkt het belang van een goede antropometrische passing van de stoel. Met andere woorden, voor een goede zithouding is het van belang dat de stoel en tafel passen bij de afmetingen van het lichaam. En dat geldt uiteraard ook voor het kinderlichaam.

Omdat er grote lengteverschillen tussen kinderen in de basisschoolleeftijd zijn, hebben schoolmeubelfabrikanten al van oudsher scholen voorzien van schoolmeubilair in verschillende maatvarianten (Baginsky, 1883). Zo kon men een redelijke antropometrische passing bieden en tegelijk scholen van meubilair voorzien dat kostenefficiënt en erg duurzaam was.

Normen voor schoolmeubilair

In Nederland werd in 1970 de maatvoeringen voor schoolmeubilair gestandaardiseerd in de norm voor schoolmeubilair (NEN 3531) en in 1977 herzien en uitgebreid met een praktijkrichtlijn (NPR 3831). Terwijl het aantal maatklassen in de oorspronkelijke norm nog zeven betrof, werd dit in de herziene versie teruggebracht tot zes, met een grotere spreiding van de afmetingen en een vaste interval van zitting- en tafelhoogten van respectievelijk 4 cm en 6 cm (Geursen, Groenink, de Jong, & Smeets, 1977; Thuring, 1986).

Voor het bepalen van de juiste maat tafel/stoel voor een individueel kind werd allereerst de onderbeenlengte genoemd, maar als praktische vuistregel de totale lichaamslengte van het kind geadviseerd. In 2006 werd deze norm vervangen door een Europese norm, met daarin onder



Afbeelding 1. De oorspronkelijke Peter de Onderbeenmeter (rechts) naast de aangepaste versie (midden) en Peter de Beemeter (links).

andere aanpassingen in de ijkpunten van de opeenvolgende maatvoeringen en de toevoeging van twee extra maatklassen (NEN-EN 1729). Tevens werd als uitgangspunt voor een goede passing van de stoel de onderbeenlengte geadviseerd, in plaats van de minder nauwkeurige vuistregel 'totale lichaamslengte' (Molenbroek & Kroon-Ramaekers, 1996; Molenbroek, Kroon-Ramaekers, & Snijders, 2003). Als Nederlandse handleiding bij de norm werd het boekje 'Schoolmeubilair, hoe zit dat?' uitgegeven en het bijbehorende meethulpmiddel 'Peter de Onderbeenmeter' ontworpen (Voorbij et al., 2006; Arbeek, 2013). Met behulp van dit meethulpmiddel kan op een leuke, kindvriendelijke manier de juiste maatvariant worden bepaald. Op het meetlint zijn de zittinghoogtes van de verschillende maatvarianten en het aanmeetadvies door middel van een kleurvlak aangeduid overeenkomstig de kleurmaatcodes van het meubilair. Wanneer de meter van een tafel afhangt



Afbeelding 2. Meten van de onderbeenlengte en aanmeten van schoolmeubilair met behulp van de aangepaste Peter de Onderbeenmeter.

en het kind erop gaat zitten, kan de onderbeenlengte en meest passende maatvariant eenvoudig worden afgelezen. Geadviseerd wordt om kinderen ieder half jaar zo te meten en te controleren of het meubilair hen nog past (Voorbij et al., 2006).

Mismatch schoolmeubilair

In de ergonomische literatuur zijn veel studies te vinden met als onderwerp het niet goed passen van het schoolmeubilair bij de antropometrie van het kind (een overzicht wordt gegeven in Castellucci, Arezes, & Molenbroek, 2015).

In feite zijn er twee soorten mismatch mogelijk:

- de dimensionering van het schoolmeubilair/het aantal maatklassen is niet goed afgestemd op de spreiding van antropometrische variabelen en hun samenhang (correlatie);
- het kind zit niet op de juiste maatklasse.

Hoewel de meeste studies een mismatch beschrijven tussen dimensies van het meubilair en de gemeten antropometrische dimensies van de kinderen, wordt niet altijd duidelijk hoe het meubilair wordt toegewezen: aan het individuele kind of aan de klasruimte. Afbeeldingen van het meubilair en de wijze waarop deze in de context gebruikt worden ontbreken vaak, waardoor onduidelijk blijft wat de exacte oorzaak van de mismatch is: schoolmeubilair dat suboptimaal gedimensioneerd is voor de doelpopulatie, of een suboptimale allocatie van verder goed gedimensioneerd schoolmeubilair.

In het eerder genoemde Nederlands onderzoek naar zitgedrag op basisscholen (Ricken, ten Velden, Visser, & Hartingsveldt, 2015), waarin in totaal 402 leerlingen van 8 verschillende basisscholen werden gemeten, werd gevonden dat vrijwel alle kinderen aan een te hoge stoel en tafel zitten (afhankelijk van de groep 90-100 procent). Hieruit blijkt dat veel kinderen dus een te hoge tafel en stoel krijgen aangemeten/aangeboden. Voor wat betreft de zitbreedte, beenruimte en hoogte rugleuning wordt wel een goede match gevonden; de vraag is natuurlijk of deze goede match ook blijft bestaan als kinderen op een voor hen in hoogte passende set zitten.

In deze studie werd ook gekeken naar het gebruik en de kennis van meethulpmiddel 'Peter de Onderbeenmeter'. Dertien leerkrachten (van de 49 ondervraagde) gaven aan het hulpmiddel bij het afstemmen van schoolmeubilair bij het kind te gebruiken. Uit de resultaten bleek echter dat dit in de praktijk toch geen goede match opleverde. De auteurs suggereren dat het geadviseerde schoolmeubilair mogelijk niet voorradig is op de scholen, maar definitief uitsluitsel wordt niet gegeven.

Genoeg reden dus om de mogelijke hindernissen voor het 'passend zitten op schoolmeubilair' in de praktijk te bestuderen. Het initiële doel van de hier beschreven studie was een praktische: het halfjaarlijks meten van alle kinderen van een basisschool en de leerkrachten advies geven over de juiste maatvariant voor elke leerling.

Deze praktijkervaring werd gebruikt om de volgende onderzoeksvragen te beantwoorden:

- Wat is de mismatch op een basisschool zonder halfjaarlijkse aandacht voor het individueel aanmeten van schoolmeubilair?
- Welke factoren kunnen eraan bijdragen dat een kind ondanks het volgen van de normadviezen en halfjaarlijks meten toch op niet-passend meubilair zit; met andere woorden, wat werd geleerd van het aanmeten van schoolmeubilair in de praktijk?

De resultaten van deze analyse werden vervolgens vertaald naar een verbeterd herontwerp van het meethulpmiddel 'Peter de Onderbeenmeter'.

Onderzoeksmethode

Over een periode van 5 jaar werden de kinderen van een basisschool te Nijmegen halfjaarlijks opgemeten met als doel de juiste hoogte tafel en stoel te bepalen en toe te wijzen. Hiertoe werd van ieder kind de onderbeenlengte in cm opgemeten, met behulp van een aangepaste versie van 'Peter de Onderbeenmeter' met toegevoegde schaalverdeling (zie afbeelding 1 en 2). Omdat kinderen normaliter in de klas schoenen dragen, werd het kind altijd met schoenen aan gemeten. In twee metingen werd ook de onderbeenlengte zonder schoen gemeten, en in drie laatste metingen werd eveneens de

Tabel 1. Overzicht van meetmomenten en gemeten variabelen

| MetingID | | Groep | Gemeten variabelen | | | | | | | Aantal gemeten kinderen (n) | |
|----------|--------------|-------|--------------------------------------|--|------------|---------------|-----------------------|----------|----------|-----------------------------|------------------------|
| | | | Kniehoogte zittend (onderbeenlengte) | Bil-knieholte lengte zittend (bovenbeenlengte) | Met schoen | Zonder schoen | Groep / klas / cohort | Leeftijd | Geslacht | | Maatvariant in gebruik |
| 0 | Feb 2014 | 1-8 | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | 215 |
| 1 | Jun 2014 | 1-8 | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | 199 |
| 2 | Feb-Mrt 2015 | 1-8 | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | 209 |
| 3 | Okt 2015 | 3-8 | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | 149 |
| 4 | Mrt 2016 | 3-8 | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | 143 |
| 5 | Okt 2016 | 3-8 | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 148 |
| 6a | Apr 2017 | 3-8 | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 150 |
| 6b | Jul 2017 | 2 | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | 28 |
| 7 | Nov 2017 | 3-8 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | 160 |
| 8 | Jun-Jul 2018 | 3-8 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | 166 |
| 9 | Jan 2019 | 3-8 | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | 159 |
| | | | | | | | | | | | 1726 |

Tabel 2. Overzicht mismatch meubilair van de 0-meting

| | Aanmeetmethode Onderbeenlengte \geq zittinghoogte | | Aanmeetmethode alternatief Onderbeenlengte \geq zittinghoogte - 2cm | |
|-----------------|--|-------|--|-------|
| | n | (%) | n | (%) |
| 2 maten te laag | 0 | 0% | 1 | 0,7% |
| 1 maat te laag | 1 | 0,7% | 5 | 3,5% |
| match | 41 | 28,7% | 89 | 62,2% |
| 1 maat te hoog | 87 | 60,8% | 46 | 32,2% |
| 2 maten te hoog | 14 | 9,8% | 2 | 1,4% |

bovenbeenlengte gemeten (in hele cm). In totaal werden in 11 meetmomenten 1726 kinderen gemeten en van advies voorzien (zie tabel 1 voor een overzicht van de meetmomenten en gemeten variabelen).

Resultaten mismatch

De resultaten van de 0-meting lieten zien dat gemiddeld 71 procent van de kinderen op dat moment zaten aan een meubelset die volgens de originele aanmeetmethode (onderbeenlengte \geq zittinghoogte) niet passend was. Omdat de onderbeenlengte in cm werd gemeten, kon ook het effect van een alternatieve aanmeetmethode bepaald worden (zie ook de volgende paragraaf). Uit deze analyse blijkt dat ook dan een aanzienlijk percentage (38 procent) van de kinderen op te hoog of te laag meubilair zat (zie tabel 2).

Evaluatiepunten aanmeten in de praktijk

Door de ervaring met het aanmeten van schoolmeubilair in de praktijk werden allerlei factoren herkend die kunnen bijdragen aan mismatch tussen kind en meubilair.

1 Maten van meethulpmiddel komen niet overeen met maten schoolmeubilair ter plaatse

Door de lange afschrijvingstermijn en hoge kosten wordt op veel basisscholen schoolmeubilair gebruikt dat ouder is dan 15 jaar en nog gefabriceerd is onder norm NEN-3531. De maatverdeling op de oorspronkelijke 'Peter de Onderbeenmeter' is gebaseerd op de zittinghoogtes volgens norm NEN-EN 1729, welke op een drietal maten 10 mm afwijken van de eerdere norm (zie tabel 3). Wanneer toegestane toleranties meegerekend worden, kan dit oplopen tot een afwijking van 20 mm. Van belang voor correct aanmeten is dus dat het meethulpmiddel afgestemd ('geijkt') wordt op het schoolmeubilair ter plaatse.

Wat verder opvalt in het vergelijken van de normen is dat de afstand tussen de opeenvolgende maatvarianten in de 'oude' norm NEN-3531 constant is (namelijk 40 mm), maar dat deze in de huidige norm varieert (tussen 30-50 mm). De reden hiervoor is onduidelijk. Wiskundig gezien leidt een constante afstand tussen de maatvarianten namelijk tot de meest optimale passing van een populatie en een normaal verdeelde lichaamsdimensie; de spreiding

kan worden opgevangen door het verschil in aantal benodigde meubels per maatvariant (met meer sets voor de middelste waarden en minder sets voor de uitersten).

2 Tafellades en halfjaarlijks meten

In de norm en tevens in de meeste ergonomische literatuur over dit onderwerp (Castellucci, Arezes, & Molenbroek, 2014) wordt een stoelzittinghoogte geadviseerd gelijk aan of lager dan de onderbeenlengte (met schoen). Als voornaamste reden wordt de vlakke ondersteuning van de voeten en het voorkomen van druk op zenuwen en bloedtoevoer bij de knieholte gegeven. Nederlands schoolmeubilair (ook op deze school onder studie) wordt vaak uitgevoerd met lades onder het tafelblad. Deze lades zijn voor iedere maatvariant van gelijke hoogte (circa 9 cm). Dit leidt ertoe dat bij de kleinere maatvarianten er relatief veel van de beenruimte in beslag wordt genomen door de lades. Veel gehoorde klachten van kinderen waren dan ook 'ik zit niet lekker, want mijn knieën botsen tegen de lade'. Na een eerste meting bleek dan ook dat de geadviseerde aanmeetmethode in de praktijk tot een oncomfortabele lichaamshouding van kinderen leidde.

Wanneer kinderen volgens de aanbevolen aanmeetmethode schoolmeubilair krijgen toegewezen, zal gedurende de periode waarin ze naar de volgende maat toegroeien, de extra lengte als gevolg van de lengtegroei van hun onderbenen moeten worden opvangen door ofwel hun voeten vooruit te schuiven, ofwel de knieën op te trekken. In de praktijk staan tafels echter vaak met de lange zijdes tegen elkaar, bijvoorbeeld wanneer in groepjes wordt gewerkt. In dat geval betekent het naar voren schuiven van de voeten dat de kinderen met de benen onder de tafel van hun overbuur moeten zitten. In de praktijk doen kinderen dat liever niet en worden in plaats daarvan de knieën opgetild. Daardoor raken deze sneller de onderkant van de lades en verkleint tegelijk het steunoppervlak van het zitvlak, waardoor de druk op het zitvlak toeneemt en het zitcomfort afneemt.

3 Bovenbeenlengte > onderbeenlengte

In de norm zijn de maatvoeringen van zithoogte, zitdiepte en zitbreedte, als ook de tafelhoogte gekoppeld; bij een 'groene' stoel past qua maatvoering een 'groene' tafel en

Tabel 3. Vergelijking richtwaarden voor stoelzittinghoogte uit normen NEN-3531 en NEN-EN 1729

| | | NEN-3531 | | NEN-EN 1729 | | Verschil richtwaarden NEN-3531 en NEN-EN 1729 (mm) |
|-----------------------|--------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|--|
| Stoel - zittinghoogte | | 1977 - 2006 | | 2006 - heden | | |
| Code | Kleur | Richtwaarde (mm) | Tolerantie (mm) | Richtwaarde (mm) | Tolerantie (mm) | |
| AA-0 | Wit | -- | -- | 210 | ± 10 | -- |
| A-1 | Oranje | 260 | ± 5 | 260 | ± 10 | 0 |
| B-2 | Lila | 300 | ± 5 | 310 | ± 10 | 10 |
| C-3 | Geel | 340 | ± 5 | 350 | ± 10 | 10 |
| D-4 | Rood | 380 | ± 5 | 380 | ± 10 | 0 |
| E-5 | Groen | 420 | ± 5 | 430 | ± 10 | 10 |
| F-6 | Blauw | 460 | ± 5 | 460 | ± 10 | 0 |
| G-7 | Bruin | -- | -- | 510 | ± 10 | -- |

een grotere stoel heeft naast een hogere zittinghoogte ook een bredere en diepere zitting. In de praktijk leiden de gekoppelde tafelhoogtes bij nadere visuele controle vrijwel nooit tot een slechte passing; dat een kind een andere stoelmaat nodig heeft dan tafelmaat komt dus maar zelden voor. Overigens moet daarbij worden vermeld dat de aanbevolen tafelhoogte 'iets boven de ellebooghoogte' voor ruime interpretatie vatbaar is. Ook de diepte en breedte van de stoelzitting is gekoppeld. Voor de meeste kinderen levert dit een goede passing op, maar er zijn uitzonderingen: met name bij kinderen met een relatief grote bovenbeenlengte, vooral in de hogere groepen. Deze kinderen klaagden over niet lekker zitten op de hun aanbevolen 'juiste' stoelmaat op basis van onderbeenlengte. Visuele inspectie toonde dan vaak dat bovenbenen en billen niet geheel werden ondersteund door de zitting van de stoel, zowel in de breedte als in de diepte (zie afbeelding 3). Een hogere stoel bleek in deze gevallen tot een betere ergonomische fit te zorgen, weliswaar werden de voeten niet meer vlak ondersteund, maar het zitvlak wel.

Sommige kinderen, met name bij de kleinere stoelmaatvarianten, gaven aan niet comfortabel te zitten op de relatief ondiepe zitting en gaven daarom de



Afbeelding 3. Onderbeenlengte past beter bij een 'groene' stoel (links), maar beenruimte en ondersteuning van de bovenbenen zijn beter bij de grotere 'blauwe' stoel (rechts); het meisje geeft aan met meer comfort op de grotere 'blauwe' maat te zitten.

voorkeur aan een hogere stoelmaat, waarbij de voet niet optimaal werd ondersteund, maar de bovenbenen wél (zie afbeelding 4). Een oorzaak ligt mogelijk in de normen die voor de zitdiepte rekening houden met een ruime, maar wellicht te ruime, marge voor de knieholte.

4 Hakhoogte van kinderschoenen

Bij het meten van kinderen met en zonder schoenen bleek de hakhoogte van kinderschoenen te variëren tussen 1 en 4 cm. Het toevoegen van 4 cm extra betekent echter het verschil van een hele maat! Kinderen met dergelijke schoenen (bijvoorbeeld cowboylaarzen) krijgen daardoor mogelijk een te hoge stoel aangemeten. De bovenbenen en de romp zijn dan natuurlijk verhoudingsgewijs nog niet toe aan een grotere maat.

5 Ergonomisch zitkussen

Sommige kinderen, vaak de kinderen die niet zo goed stil kunnen zitten, krijgen van ouder, leerkracht of ergotherapeut een zogenaamd 'ergonomisch' kussen, waarop ze kunnen wiebelen zonder anderen te storen. Dergelijke kussens hebben een behoorlijke dikte, vaak méér dan 5 cm dik. Deze kinderen hebben daardoor een lagere stoelhoogte nodig om met de voeten op de vloer te komen. Lagere stoelen hebben ook een lagere rugleuning en in de praktijk zie je dat deze rugleuning



Afbeelding 4. Meisje met onderbeenlengte die past bij een 'gele' stoel (links), maar bij de grotere 'rode' stoel (rechts) zijn de bovenbenen beter ondersteund, hoewel de voeten de grond raken, staan ze er niet vlak op; het meisje geeft aan met meer comfort op de grotere 'rode' maat te zitten.



Afbeelding 5. Peter de Beenmeter en maatstickers voor meubilair zonder maataanduiding.

niet goed gebruikt kan worden. Het gebruik van een ergonomisch kussen vereist dus dat de dimensionering van het meubilair daarop is afgestemd.

Herontwerp Peter de Onderbeenmeter

Een herontwerp van de originele 'Peter de Onderbeenmeter' integreerde een nieuwe aanmeetmethode; een kind mag naar de volgende maat als de gemeten onderbeenlengte (met schoen) + 10 mm voor extra beenruimte (tafellades) + 10 mm groeimarge (halfjaarlijks meten) gelijk is aan of groter is dan de zittinghoogte van die maat. In de praktijk zal de hiel van de voet niet altijd meer op de grond staan, maar raakt de bal van de voet de vloer nog wél en voorkomt zo nog steeds druk op de knieholte. Een bijkomend voordeel bij het eerder overgaan naar een grotere maat is dat de zitdiepte en daarmee de ondersteuning van de bovenbenen ook groter is.

Voor de gevallen waar de gekoppelde maatvoeringen zithoogte, zitbreedte en zitdiepte/tafelhoogte niet goed uitpakt, werd een extra controle ingebouwd door het uitbreiden van de meter met een meetgedeelte voor de bovenbeenlengte en passing wat betreft zitdiepte. Het vernieuwde ontwerp, hernoemd tot 'Peter de Beenmeter' (omdat nu tenslotte het gehele been wordt gemeten), is uitgevoerd in twee varianten: één geschikt voor meubilair ouder dan 15 jaar (NEN 3531, zie afbeelding 5) en de andere voor het jongere schoolmeubilair (NEN-EN 1729).

Referenties

- Arbeek, S. (2013) NVS debatteert mee op de NOT. Schooldomein, nr. 3, pp. 32-33. Geraadpleegd van https://issuu.com/schooldomein/docs/schooldomein_nr3_2013.
- Baginsky, A. (1883). Handbuch der Schul-Hygiene. Stuttgart.
- Castellucci, H.I., Arezes, P.M., & Molenbroek, J.F.M. (2015). Equations for defining the mismatch between students and school furniture: A systematic review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 48, 117-126.
- Castellucci, I., Arezes, P., & Molenbroek, J.F.M. (2014). Applied anthropometrics in school furniture design: which criteria should be used for standardization? In T. Ahram, W. Karwowski, T. Marek (Eds.) *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*, Kraków, Poland.
- Dunstan, D.W., Healy, G.N., Sugiyama, T., & Owen, N. (2010). Too much sitting and metabolic risk—has modern technology caught up with us. *European Endocrinology*, 6(1), 19-23.
- Geursen, Th.J., Groenink, A., Jong, J.R. de, & Smeets, J.W. (1977) NPR 3831. Goed zitten op school. Toelichting bij NEN 3531 schoolmeubelen (tafels en stoelen).
- Maslen, B., & Straker, L. (2009). A comparison of posture and muscle activity means and variation amongst young children, older children and young adults whilst working with computers. *Work*, 32(3), 311-320.
- McHale, K., & Cermak, S.A. (1992). Fine motor activities in elementary school: Preliminary findings and provisional implications for children with fine motor problems. *American Journal of Occupational Therapy*, 46(10), 898-903.
- Molenbroek, J., & Ramaekers, Y. (1996). Anthropometric design of a size system for school furniture. In S. Robertson (Ed.) *Contemporary Ergonomics: Proceedings of the Ergonomics Society's Annual Conference* (pp. 130-135). Taylor & Francis.
- Molenbroek, J.F.M., Kroon-Ramaekers, Y.M.T., & Snijders, C.J. (2003). Revision of the design of a standard for the dimensions of school furniture. *Ergonomics*, 46(7), 681-694.
- Murphy, S., Buckle, P., & Stubbs, D. (2004). Classroom posture and self-reported back and neck pain in schoolchildren. *Applied Ergonomics*, 35(2), 113-120.
- Ricken, A., Velden, M. ten, Visser, B., & Hartingsveldt, M. (2015) Afstemmen van het schoolmeubilair. De rol van de school en de leerkracht. *JSW*, 10, juni 2015, 18-21.
- Schröder, I. (1997). Variations of sitting posture and physical activity in different types of school furniture. *Collegium antropologicum*, 21(2), 397-403.
- Thuring, J.A.H.M. (1986) Normalisatie en de fabricage van speciaal schoolmeubilair. In J.F.M. Molenbroek & V.P.P. Swarte (Eds.) *Schoolmeubilair voor gehandicapten* (pp. 31-34). Delft: Delftse Universitaire Pers.
- Tremblay, M.S., Colley, R.C., Saunders, T.J., Healy, G.N., & Owen, N. (2010). Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 35(6), 725-740.
- Voorbij, L., Mertens, L., Jeene, B.G., Molenbroek, J., Aardoom, H., & Notenboom, M. (2006). *Schoolmeubilair, hoe zit dat?* Delft, Nederland: NVS, NEN, TU Delft.

Over de auteur



Ir. Renate de Bruin
Erin Ergonomie en Industrieel Ontwerp,
Nijmegen, Nederland
(rdebruin@schoolergonomie.nl)
Teacher of Practice, Technische
Universiteit Delft
r.debruin@tudelft.nl

Extra comfort tijdens de Trendelenburgpositie

Octrooiaanvraag: PCT/US2014/035286,
verleend in Europa op 13 feb 2019

Alex Hogeweg



Wie op de operatietafel belandt, is meestal niet te benijden. Als de operatietafel dan ook nog eens zo gekanteld wordt, dat je hoofd stukken lager komt te liggen dan je voeten, dan mag je hopen dat de anesthesioloog al zijn/haar werk heeft gedaan. Verder mag je hopen dat je niet langzaam van de operatietafel afschuift. Maar voor dat laatste is nu een verbetering bedacht. Een eenvoudige schuimmat waar de patiënt op kan liggen. De mat wordt eerst met klittenbanden vastgemaakt aan de tafel. De mat is zo vorm gegeven dat het hoofd en de romp van de patiënt kan worden ingepakt en gefixeerd. Deze patentaanvraag is ook werkelijk verleend en wel op het feit dat er aan beide zijden flappen zitten waar de armen in kunnen worden geplaatst. De flappen ('wings') kunnen worden opgerold en gedeeltelijk onder het lichaam geschoven, zodat de armen vrij van het lichaam blijven, maar niet van de tafel afrollen. Op deze manier zijn er geen extra armsteunen nodig.

Wie dit product op het Internet tegenkomt zal zien dat er een patent is aangevraagd; op de advertentie staat namelijk 'patent pending: PCT/US2014/035286'. Deze markering wordt ook vaak op het product zelf gezet. We weten dan nog niet precies wat er beschermd is omdat het patent dan nog niet verleend is. Misschien wordt het patent wel geweigerd en staat het iedereen vrij het product te kopiëren.

Vaak wordt er helemaal geen nummer genoemd, en staat er alleen 'patent pending'. In dat geval kun je gaan zoeken naar patentpublicaties op naam van de fabrikant, maar vaak vind je niets. Dat kan komen omdat de fabrikant niet de aanvrager van het patent is. Of gewoon omdat de patentaanvraag nog niet gepubliceerd is. Dit gebeurt immers pas na 18 maanden zoals trouwe lezers weten.

Vandaar dat voor de meeste landen geldt dat een markering in ieder geval ook het patentnummer of, in geval van een aanvrage, het aanvraagnummer moet bevatten.

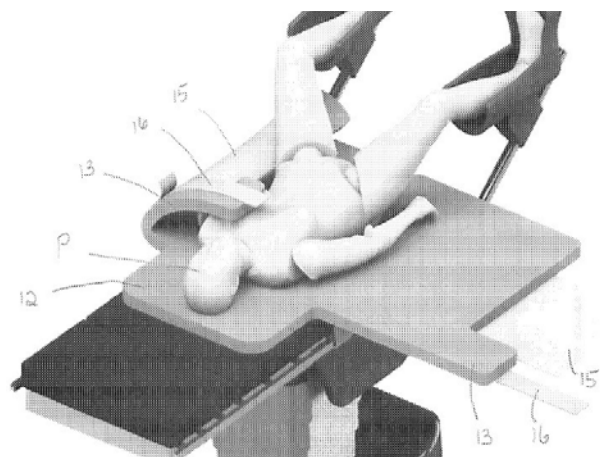
De 'patent pending'-markering wordt vaak aangebracht om de concurrenten af te schrikken, maar ook om ze te informeren over de juridische bescherming zodat de patentaanvrager al in een vroeg stadium schadevergoeding kan eisen. In de meeste Europese landen is het echter niet noodzakelijk om patentmarkering toe te passen om een schadevergoeding te kunnen vorderen van een inbreukmaker. Voor Nederland geldt wel dat in de periode waarin het patent nog niet verleend is, de inbreukmaker ook schrif-

telijk gewaarschuwd moet worden om schadevergoeding te kunnen eisen. De Nederlandse octrooiwet stelt dat alleen schadevergoeding kan worden gevorderd als een inbreukmaker wist, of behoorde te weten, dat zijn handelingen inbreuk maken. Door de vermeende inbreukmaker op het bestaan van de octrooiaanvraag te wijzen, kan dan dus schadevergoeding worden geëist.

In de USA is een markering op het product wel noodzakelijk om bij inbreuk een schadevergoeding van een andere partij te kunnen eisen. Voor China geldt dat de markering naast het (Chinese) patent- of aanvraagnummer ook het type patent (patent of gebruiksmodel) moet bevatten. In het geval van een patentaanvraag moet ook de aanduiding: 'patent application, not yet granted' worden opgenomen.

Ik heb de betreffende aanvraag in de patentdatabase opgezocht, en het bleek dat deze aanvraag in Europa is verleend en dat het Europese patent ook in Nederland van kracht is; we kunnen deze mooie mat dus niet namaken, althans niet om verder te verkopen. Ik merk op dat de fabrikant eigenlijk nog zijn advertentie moet aanpassen, en 'patent pending' veranderen in 'patent granted' met vermelding van het patentnummer. Helaas vergeten fabrikanten dit vaak, en vinden ze 'patent pending' voldoende info.

N.B. Wie de details van de comfortabele mat met vleugels wil zien, wordt niet veel wijzer van de duistere patentpublicatie met vage plaatjes, en verwijst ik daarom maar door naar: <https://www.ninomed.com/safe-t-secure/>.



HFNL Dissertatieprijs

Gebruikers van computerapplicaties kunnen discrepanties ervaren tussen workflows zoals gedicteerd door applicaties, en gewenste workflows in de praktijk. Om met deze discrepanties om te gaan ontwikkelen gebruikers workarounds. Workarounds kunnen echter negatieve gevolgen hebben. Desondanks is weinig bekend over het identificeren, analyseren en terugdringen van workarounds. Om hierin inzicht te krijgen is onderzoek verricht naar workarounds binnen een elektronisch patiëntendossier in de zorgsector. Een framework is ontwikkeld om verschillende stakeholders te ondersteunen bij het identificeren, analyseren en terugdringen van workarounds teneinde computerapplicaties beter in te richten. Ten slotte worden op basis van het framework aanbevelingen gegeven.

Vincent Blijleven

Softwareapplicaties en workarounds

Softwareapplicaties (applicaties in het kort) zijn een onmisbaar onderdeel van de manier waarop hedendaagse organisaties functioneren en werknemers (applicatiegebruikers) hun taken uitvoeren. Applicaties zijn belangrijke instrumenten om organisatorische doelen te behalen. Daarom is het wenselijk dat er een nauwe afstemming is tussen het beheer, het ontwerp en de functionaliteiten van applicaties enerzijds, en het gedrag van applicatiegebruikers in de praktijk anderzijds. Zo kunnen applicatiegebruikers hun taken zo veilig, effectief en efficiënt mogelijk uitvoeren.

In de praktijk is deze nauwe afstemming helaas allesbehalve vanzelfsprekend. Wanneer een applicatie geïmplementeerd wordt, veranderen workflows van werknemers dikwijls onbedoeld en negatief. Hierdoor kunnen verstoringen in workflows optreden. Deze verstoringen zijn discrepanties tussen applicatiegedicteerde workflows zoals geprogrammeerd door applicatieontwikkelaars, en het gedrag van applicatiegebruikers in de praktijk. Om met deze verstoringen om te gaan ontwikkelen applicatiegebruikers 'workarounds': informele en vaak tijdelijke handelingen om verder te gaan met het uitvoeren van taken, met of zelfs zonder ondersteuning van de applicatie. Een illustratie van een workaround is dat applicatiegebruikers belangrijke informatie zowel in de applicatie invoeren als op papier bijhouden. Bijvoorbeeld wanneer een applicatie zodanig ingewikkeld en/of traag is dat informatie op papier toch sneller voorhanden is.

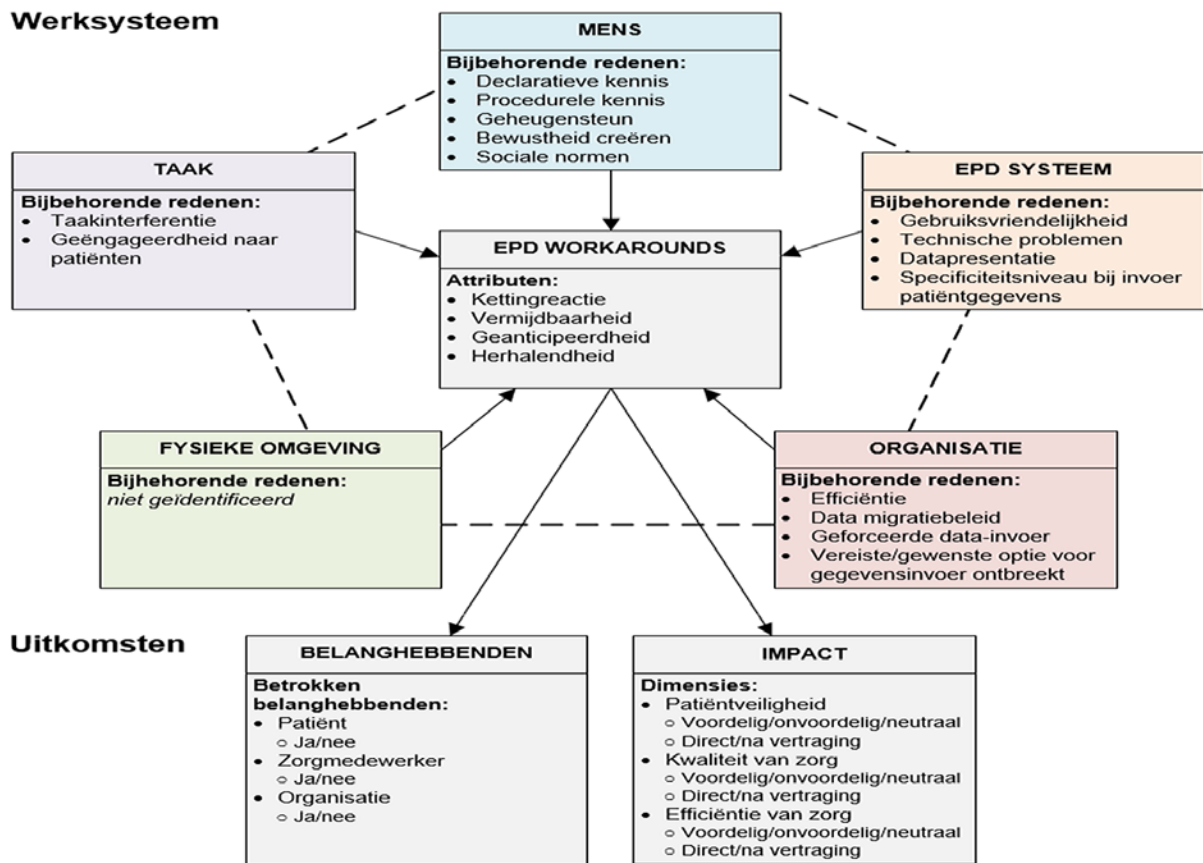
Hoewel workarounds applicatiegebruikers in staat stellen om door te gaan met hun workflow en in dit opzicht gunstig lijken, toont onderzoek aan dat deze vaak leiden tot instabiele, onbetrouwbare en niet-beschikbare informatie of werkprotocollen [1]. Bovendien verhullen workarounds tekortkomingen van de applicatie omdat deze vaak niet

bekend zijn bij applicatieontwikkelaars, wat het applicatie-optimalisatieproces frustreert. Ondanks deze schaduwzijdes is er weinig bekend over het identificeren, analyseren en oplossen van workarounds binnen complexe applicaties die worden gebruikt in sectoren die gekenmerkt worden door een hoge mate van onvoorspelbaarheid en variabiliteit, zoals applicaties binnen de zorgsector.

Onderzoek naar workarounds in EPD

Om inzicht te krijgen in dit laatste, is onderzoek verricht naar workarounds in het kader van een elektronisch patiëntendossier (EPD) [2]. Met name naar oorzaken, welke typen zijn er en welke impact hebben ze? Het EPD is de ruggengraat en een complexe soort applicatie die (vaak verplicht) gebruikt wordt door zorgverleners in ziekenhuizen. Het belang van een nauwe afstemming tussen EPD-gedicteerde workflows en gewenste workflows van EPD-gebruikers is evident: een correcte en efficiënte vastlegging, uitwisseling en raadpleging van patiëntgegevens is een pilaar van een goed functionerend zorgstelsel. Medische fouten zijn al ernstig genoeg, laat staan dat deze het gevolg zijn van tekortkomingen in het EPD.

De onderzoeksopzet bestond uit ten eerste uit het in kaart brengen van workarounds in meerdere zorgprocessen in een academisch ziekenhuis (zie [3] voor het studieprotocol). Dit is gedaan middels directe observaties en interviews met 47 EPD-gebruikers en ongeveer 200 uur aan audiovisuele opnames. Ten tweede zijn de consequenties van honderden workarounds onderzocht, samengevat en beschreven. Ten derde zijn, op basis van deze beschrijving, 'bottom-up' een codetaxonomie opgesteld met redenen die EPD-gebruikers hebben om workarounds te ontwikkelen dan wel gebruiken. Vervolgens zijn meerdere inherente karakteristieken van workarounds beschreven [4] en is ten slotte een 'lean' perspectief gehanteerd om gevolgen van workarounds te classificeren in termen van soorten verspilling [5].



Afbeelding 1. SEWA: Sociotechnical Electronic health record system Workaround Analysis framework.

SEWA: een socio-technisch framework voor EPD workarounds

Een bundeling van voorgaande onderzoeksresultaten heeft geleid tot de ontwikkeling van een socio-technisch framework (SEWA genaamd) voor EPD workaround identificatie en analyse [6]. Het SEWA framework is afgebeeld in afbeelding 1.

Zoals geïllustreerd in afbeelding 1 bestaat SEWA bestaat uit twee hoofdcomponenten: (1) het werksysteem waarin workarounds door EPD-gebruikers ontwikkeld en gebruikt worden; (2) de impact van deze workarounds op belanghebbenden. Binnen het werksysteem is, in tegenstelling tot de overgrote meerderheid van wetenschappelijke publicaties, niet alleen oog voor de technische context van EPD workarounds (het EPD zelf), maar ook voor de eindgebruiker, de aard van de taak, organisatiebeleid en gevolgen hiervan, alsmede de fysieke omgeving waarin het EPD gebruikt wordt. Op basis van verzamelde data bleek dat deze meer sociale contexten een minstens zo belangrijke bron van het ontstaan zijn van workarounds als de technische. Om de werkelijke bron van het ontstaan van een workaround bloot te leggen, is het dan ook van belang het gehele werksysteem zorgvuldig te beschouwen.

Binnen het werksysteem is per component gekeken naar beredeningen van zorgverleners voor het ontwikkelen en gebruiken van workarounds. In totaal zijn 15 beredeningen geïdentificeerd. De redenen om

workarounds te gebruiken, zijn van zeer uiteenlopende aard. Van een declaratief kennisprobleem (zoals het niet weten hoe een deel van het EPD werkt), tot een geheugensteun (bijvoorbeeld data zowel op papier opschrijven als invoeren in het EPD), en van een technisch mankement (zoals een vastlopend EPD) tot het simpelweg ontbreken van een gewenste optie in een keuzemenu. Ieder van deze 15 beredeningen kon worden gekoppeld aan een component van het werksysteem. Naast deze beredeningen zijn tevens vier karakteristieken van workarounds geïdentificeerd en beschreven. Deze betreffen de 'kettingreactie' (dat wil zeggen dat een workaround kan leiden tot de creatie van nog meer workarounds), 'geanticipeerdheid', 'vermijdbaarheid', en 'herhalendheid'. Bij het oplossen van workarounds moeten deze attributen zeker in acht genomen worden. Het simpelweg oplossen van een onvermijdbare workaround zonder een alternatief te bieden kan immers ertoe leiden dat de workflow van een EPD-gebruiker nu volledig geblokkeerd is.

Voor wat betreft de gevolgen van workarounds, beschouwt het framework het bereik van workarounds in termen van belanghebbenden die mogelijk wat van de gevolgen van de workaround kunnen ervaren (alleen de patiënt, de zorgverlener, de ziekenhuisorganisatie in zijn geheel, of een combinatie hiervan). Daarnaast beschouwt het framework de impact van workarounds met

betrekking tot patiëntveiligheid, kwaliteit van zorg en efficiëntie van zorg. Ter illustratie: het feit dat een arts bepaalde informatie graag puur voor zichzelf extra op papier opschrijft (naast het invoeren hiervan in het EPD) als geheugensteuntje, is een workaround die alleen gevolgen heeft voor de arts zelf. Het kost hem hooguit wat extra tijd. Maar wanneer een arts bij het voorschrijven van medicatie in het EPD verplicht een heel tablet (1 stuks) per dag moet invoeren in plaats van de gewenste halve dosering (0,5 stuks) omdat het EPD geen halve doseringen accepteert, is het een heel ander verhaal. U hoeft geen medicus te zijn om zich in te beelden wat de mogelijke desastreuze gevolgen hiervan kunnen zijn.

Conclusie en aanbevelingen

Samenvattend kunnen onderzoekers en zorgprofessionals in de praktijk dit socio-technisch framework gebruiken om workarounds effectief te identificeren, analyseren en op te lossen. Dit met als doel een nauwere afstemming realiseren tussen EPD's en EPD-gebruikers om uiteindelijk de patiëntveiligheid, kwaliteit en efficiëntie van zorg te verbeteren. Ondanks dat dit framework ontwikkeld is binnen de zorgsector, kan dit framework naar verwachting vertaald worden naar andere contexten. De geïdentificeerde 15 beredeningen voor workarounds lijken generiek en ook van toepassing op andersoortige applicaties dan EPD's (met uitzondering van de beredeningen 'geëngageerdheid naar patiënten' en 'specificiteitsniveau bij invoer patiëntgegevens', waarbij het woord patiënt vervangen zou kunnen worden door klant). De dimensies van impact van workarounds zouden in sectoren buiten de zorg vertaald kunnen worden naar bijvoorbeeld veiligheid, kwaliteit en efficiëntie. Evenzo voor belanghebbenden, die vertaald zouden kunnen worden naar individuele medewerkers, de gehele organisatie, en klanten. De inherente attributen van workarounds blijven hierbij ongewijzigd. Meerdere organisaties binnen en buiten de zorg gebruiken het framework momenteel om hun applicaties beter in te richten.

Verder kunnen uit de resultaten van het onderzoek aanbevelingen worden gedestilleerd voor drie doelgroepen, gekaderd volgens SEWA: ziekenhuismanagement, EPD-ontwikkelaars en EPD-gebruikers.

Ziekenhuismanagement

Werk aan een cultuur waarin workarounds openlijk bespreekbaar zijn en zodoende behandeld kunnen worden. EPD-gebruikers hebben de neiging om workarounds te verhullen omdat zij vaak bang zijn voor mogelijke represailles indien er iets fout gaat ten gevolge van de workaround. Door workarounds bespreekbaar te maken, ontstaat de mogelijkheid ze effectief aan te pakken. Beschouw workarounds als lerend vermogen van EPD-gebruikers en zie ze als een startpunt voor verbetering van het EPD waarop uw organisatie uitstekend kan kapitaliseren om het EPD beter in te richten.

Formeer teams bestaande uit bijvoorbeeld artsen, ver-

pleegkundigen, management, kwaliteitsmedewerkers en EPD-ontwikkelaars om EPD-workarounds effectief te analyseren en op te lossen. Het complexe karakter van workarounds vereist een multidisciplinair en socio-technisch perspectief om slechts symptoombestrijding te voorkomen.

EPD-ontwikkelaars

Beschouw workarounds niet noodzakelijkerwijs als slecht. Zoals eerder gesteld vertegenwoordigen workarounds lerend vermogen van EPD-gebruikers om effectiever dan wel efficiënter met het EPD om te gaan. Gebruik workarounds daarom als startpunt voor het herinrichten van het EPD. Communiceer gerealiseerde verbeteringen naar EPD-gebruikers om draagvlak te creëren en behouden voor het aandragen, analyseren en oplossen van workarounds.

EPD-gebruikers

Workarounds onttrekken zich voornamelijk aan het zicht van ontwikkelaars. Ontwikkelaars zijn daarom afhankelijk van EPD-gebruikers om workarounds aan te dragen. Mits de cultuur deze mogelijkheid biedt: draag workarounds op een proactieve manier aan en verschaft inzicht in waarom deze workaround gebruikt wordt. Dit zodat EPD-ontwikkelaars goed begrijpen wat de echte oorzaak van de workaround is, zodat deze bij de wortel aangepakt kan worden.

Referenties

- [1] Kobayashi, M., Fussell, S.R., Xiao, Y., Seagull, F.J. *Work coordination, workflow, and workarounds in a medical context*. CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems; Portland, OR, USA: ACM; 2005. p. 1561-4.
- [2] Blijleven, V. *A Sociotechnical Perspective on Workarounds Emerging from Electronic Health Record System Usage in an Academic Hospital Setting*. Breukelen: Nyenrode Business Universiteit; 2018.
- [3] Blijleven, V., Koelemeijer, K., Jaspers, M.W.M. Exploring Workarounds Related to Electronic Health Record System Usage: A Study Protocol. *JMIR Research Protocols*. 2017;6(4):e72. doi: 10.2196/resprot.6766.
- [4] Blijleven, V., Koelemeijer, K., Wetzels, M.A., Jaspers, M.W.M. Workarounds Emerging From Electronic Health Record System Usage: Consequences for Patient Safety, Effectiveness of Care and Efficiency of Care. *Journal of Medical Internet Research: Human Factors*. 2017;4(4):e27. doi: 10.2196/humanfactors.7978.
- [5] Blijleven, V., Koelemeijer, K., Jaspers, M.W.M. Identifying and Eliminating Inefficiencies in Information System Usage: A Lean Perspective. *Int J Med Inform*. 2017;107:40-7. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2017.08.005.
- [6] Blijleven, V., Koelemeijer, K., Jaspers, M.W.M. SEWA: A Framework for Sociotechnical Analysis of Electronic Health Record System Workarounds. *Int J Med Inform*. 2019;125:71-8. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2019.02.012.

About the authors



Dr. Vincent Blijleven
Postdoctoral researcher
Nyenrode Business Universiteit
v.blijleven@nyenrode.nl

HFNL Scriptieprijs

Name: Mücahit Aydin
 Study: Industrial Design Engineering,
 Integrated Product Design
 Graduation: April 2019, University of Technology Delft
 and Maasstad Ziekenhuis
 Project: Continuous and Non-invasive Monitoring
 of Vital Signs
 Mail: mucaydin@hotmail.com



The healthcare system faces many challenges due to societal developments, such as aging population and increase of people with chronic diseases (WHO, 2011). Due to administrative tasks and lack of human resources, nurses face a higher workload (CBS, 2019), which can lead to adverse consequences. Research showed that technological innovations, such as m-health and e-health, can increase work efficiency and reduce the costs of care (EC, 2014; van der Horst, van Erp, & de Jong, 2011).

Research Question

At the Maasstad Ziekenhuis (MZ) (a hospital in Rotterdam), almost half a million patients receive treatment per year. In its Department of Surgery both mobile obese patients and cancer patients are hospitalized. In order to assess their condition, nurses manually monitor their vital signs three times a day. These vital signs are heart rate, blood pressure, blood oxygen level, respiration rate, and body temperature. Due to the current error-prone method, lack of an alarm system and high workload, it is possible that patients' health deterioration is not detected in time which can lead to unplanned admissions to the ICU. Digitizing the current time-consuming method can have several positive effects, including:

- (1) detecting small changes in health condition and immediately intervening at an early stage;
- (2) saving time that can be utilized for patient guidance and contact;

- (3) decreasing the workload of nurses and preventing burnouts. Digitizing can be realized with wearables for patients. These wearables with integrated biosensors can monitor various vital signs, depending on the type of wearable.

For this project, the Basic Design Cycle model (Rozenburg & Eekels, 1995) was used in combination with the Participatory Design methodology (Dorst, 2006). The project's main objective was to design a wearable device that has the following characteristics:

- (1) it should be complete in its ability to measure the before mentioned vital signs;
- (2) it should be user-friendly for nurses, meaning that the amount of performed actions is minimal;
- (3) it should be comfortable to wear for patients.

Methods

Based on interviews, market and literature research, six different concepts for an wearable device were created and evaluated with the Harris Profile and Weighted Objected in order to make the concept selection easier (Daalhuizen, Boeijen, Zijlstra, & van der Schoor, 2014). These six concepts were discussed with patients, nurses, experts and the client. Eventually, the Earable V2, an ear-worn device, was selected for further development. It would provide more reliable measurements of patients' vital signs and higher level of user-friendliness for nurses compared to the other five concepts.

In order to ensure proper contact between the wearable and the external ear, the curvature behind the external ear is essential. However, there was lack of data available regarding the design of the curvature behind the ear. It was not possible to directly scan the curvature with the handheld 3D scanner Artec Space Spider (3D scanner of metrological accuracy, Artec 3D, Luxembourg). This made us decide to create the hand-made ear models using polymorph (Figure 1). Polymorph is a material that can be formed and reformed multiple times when heated. After making ten models

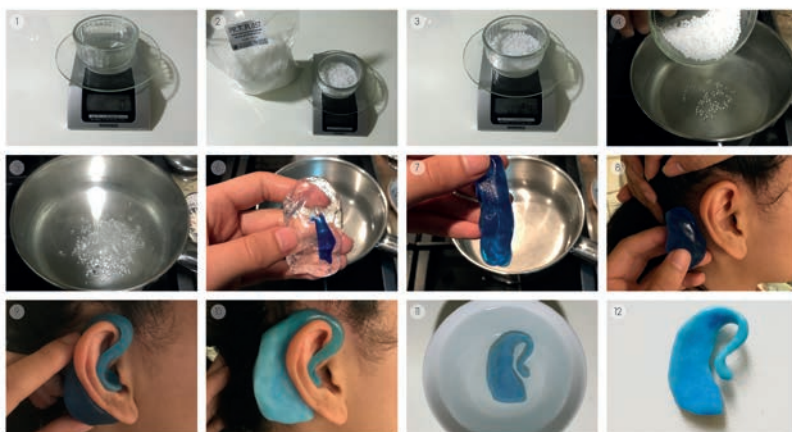


Figure 1. The process of making hand-made polymorph ear models.



Figure 2. Scanning of the handmade polymorph ear models using Artec Space Spider.



Figure 3. Potential user wearing and testing the comfort level of the 3D-printed average model.

from polymorph, Artec Space Spider was used to scan all models (Figure 2). The 3D data were processed with the software program R3DS Wrap (Russian 3D Scanner, Russia), which used the scans of all models for creating an average model in 3D. In order to test the comfort level with potential users, the average model was 3D-printed in Polylactide (PLA) with the Ultimaker 2 (single extrusion 3D printer, Ultimaker, the Netherlands). The recruited participants for the user-test - healthy acquaintances or fellow students - were asked to wear the 3D printed ear-worn device as long as possible, while they were doing their daily activities. Ten participants (age range: 24 to 54 years old) performed the test.

Results

The model was worn, on average, for five hours (Figure 3). Two participants slept with the model, which did not cause any discomfort or pain. The participants scored the model on average with a 3 (1=not comfortable at all, 5=very comfortable). Only three participants felt discomfort after a few hours; in their experience the model became 'heavier'. The other seven participants did not experience any discomfort while sitting. However, they did experience some annoyance or discomfort when they started walking, which caused the model to slightly move.

Conclusion

Although the participants experienced some discomfort during the user-test, the 3D model has potential for further exploration and development. Some participants lacked experience with ear-worn wearables, which could explain their discomfort. Nevertheless, more testing and iterations are necessary to increase the level of wearer comfort. For instance, more ear models must be included to increase the accuracy of the curvature. It is also recommended to create more than one size of the wearable. Other factors to ensure high level of comfort, include: material, form and flexibility of the model.

Personal impression

I was surprised that there was very little data and literature available about the curvature of the external ear, especially in this modern era where many of us use ear-worn wearables, such as sport earphones and Bluetooth headsets. During the discussions with experts, it was concluded that this area is difficult to scan with 3D scanners, especially when the external ear is close to the head. Therefore, a new method had to be created to discover the curvature of the external ear, i.e. hand-made polymorph modelling. This approach shows that we should be creative in our approach and that we sometimes need an extra step to achieve our goals. Moreover, I believe it is important for us as designers and researchers to keep the human-centred design approach in mind in order to suit the needs of end users. Overall, I can say that I am satisfied with my results and the quality of my work. Hopefully, this project will inspire others to create a more sustainable and healthier future for us all.

References

- CBS (2019). Meerderheid werknemers zorg meldt toename werkdruk. Retrieved from <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/40/meerderheid-werknemers-zorg-meldt-toename-werkdruk>.
- Daalhuizen, J., Boeijen, A., Zijlstra, J., & van der Schoor, R. (2014). *Delft Design Guide*.
- Dorst, K. (2006). *Understanding Design: 175 reflections on being a designer*.
- European Commission (2014). Green Paper on mobile Health (mHealth). Retrieved from http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=5147.
- Rozenburg, N.F.M. & Eekels, J. (1995). *Product Design: Fundamentals and Methods*.
- Van der Horst, A., Van Erp, F., & De Jong, J. (2011). Trends in gezondheid en zorg. Retrieved from <https://www.cpb.nl/sites/default/files/publicaties/download/cpb-policy-brief-2011-11-trends-gezondheid-en-zorg.pdf>.
- World Health Organization (2011). Global health and aging. Retrieved from http://www.who.int/ageing/publications/global_health.pdf.

HFNL Toepassingsprijs / Pieter Rookmaaker Prijs

Uit het juryrapport: “In de zorg is het een groot probleem voor zorgverleners om mensen met een fysieke beperking te helpen aan- en uitkleden. Dit project heeft systematisch ‘best practices’ verzameld en middels een website met foto’s en video’s ontsloten voor zorgverleners. Voor een situatie waar nog geen goede oplossing voorhanden was, is een nieuw product ontwikkeld: de Handy Pants. In dit artikel wordt de totstandkoming van de ‘Handy Pants’ beschreven.

Yvonne de Leeuw-van Zaanen en Ondine de Hullu

Improving quality of care for home care worker and client

The incidence of work-related musculo-skeletal complaints among workers in healthcare is high. Ergonomic interventions are primarily focused on moving and lifting patients. Static postures during care are stated to be an often unseen risk factor. Fokus Wonen, an organization that provides home care at about 100 locations with 2400 workers serving 1400 people with physical disabilities, wanted to know how they could reduce physical strain of their employees, especially regarding (un)dressing.



Figure 1. Prototype 1.

to questions about physical strain when dressing and undressing patients. The patient-centered questions from the teams were ergonomically approached by physiotherapists specializing in occupational health & ergonomics (PTOHE) to find organizational, technical and behavioral solutions. The physiotherapists also transferred knowledge and skills to move in a less demanding manner when helping clients, taking into account their illnesses and circumstances. In addition, preference was given to proposed solutions that also benefited the client. Clients, for example, must also experience less strain on the skin or on the legs while being helped. The problems and solutions collected during these 220 sessions were systematically collected and shared among the physiotherapists so that other teams could benefit from these ideas.

Interactive Ergonomics & Patient-Centered Approach

Between April 2012 and December 2013, 220 interactive training sessions were given to around 2400 home care workers at Fokus Wonen with the aim of finding solutions

to questions about physical strain when dressing and undressing patients. The patient-centered questions from the teams were ergonomically approached by physiotherapists specializing in occupational health & ergonomics (PTOHE) to find organizational, technical and behavioral solutions. The physiotherapists also transferred knowledge and skills to move in a less demanding manner when helping clients, taking into account their illnesses and circumstances. In addition, preference was given to proposed solutions that also benefited the client. Clients, for example, must also experience less strain on the skin or on the legs while being helped. The problems and solutions collected during these 220 sessions were systematically collected and shared among the physiotherapists so that other teams could benefit from these ideas.

Table 1. Development of Handy Pants by testing prototypes.

| | Prototype description | Feedback received |
|---|--|---|
| 1 | Two layers of slide material covers the entire leg, from the toes up to the hip. The inner layer is open along the sides as is usual for compression stockings. The outer layer has a drawstring to remove Handy Pants. | Clients complain about strain and discomfort on the (first) toes while putting on trousers. It is not easy to apply the inner layer in the right way. Employees suggest to change the color of one layer in order to better distinguish the inner and outer layers. Figure 1. |
| 2 | Two layers of slide material in different colors covers the entire leg, not the foot. The inner layer is closed around the leg. Under-foot strips have been added to keep the Handy Pants in place while putting on trousers. The strip of the outer layer is used to remove Handy Pants. | Handy Pants works well for the legs but the hips are not covered. In the Handy Pants a balloon forms above the trousers when putting them on, inhibiting the sliding effect. |
| 3 | A hip piece has been added to prototype 2. Small openings in the upper end of the Handy Pants allow the air to flow out. | Handy Pants works well for the legs and hips. Figure 2. |

Handy Pants

One of the frequently mentioned daily problems was getting on trousers. This was especially the case for regular and tight trousers and wearing two layers (long underwear or tights) in wintertime. The benefits of adjusting the trousers were discussed from the point of view of both the home care worker as well as the client. Despite the benefits of custom clothing, the teams indicated that some clients prefer wearing normal clothing. No tool was available on the market that supports care givers and their clients in putting on trousers in a less demanding way. Therefore, the physiotherapists worked together with a producer of donning and doffing aids for compression stockings to develop the Handy Pants after several prototypes were tested (Table 1, Figure 1-3).



Figure 2. Finalized Handy Pants.

Sharing is caring

Home care workers work independently with a client, so learning from colleagues is not as effective as in institutional care. Because we wanted to share the given solutions for dressing and undressing with a wider audience, the Amsterdam University of Applied Science was involved. Students from the Healthcare and Technology departments worked together to develop www.zorgenkleden.nl in 2016. This webpage is structured by the way practical questions arise: by kind of clothing, client's posture and ability of the client to assist (mobility class). Organizational, technical and behavioral solutions are provided, as well as basic principles that optimize client assistance, prevent additional physical reactions from the client and reduce the physical strain on both employee and client. After testing among home care workers www.zorgenkleden.nl was presented in workshops at the national day for 'Ergocoaches in healthcare' in 2017. All 50 participants would use the website and recommend it to others, although they suggested posting videos for a better understanding of the application of solutions and to tackle a foreign language or reading problem. In 2018 we were engaged in a funded project for making video instructions. By the end of 2018 7 video instructions were published and first promoted at the national day for 'Ergocoaches in healthcare' in October 2019. The Handy Pants video is most viewed, about 1700 views at the beginning of 2020. Recently plans are made to develop an E-learning.

Lessons Learned

1. The Handy Pants are well appreciated by employees and clients.
2. www.zorgenkleden.nl is recommended by Ergocoaches.

3. Video instructions are appreciated and viewed more than written instructions are read.
 4. Do not limit your ideas by the boundaries that you see. When developing the Handy Pants, it was expected that the hips could not be covered due to anticipated difficulty in removing the sliding material after putting on the trousers. After completion, the hip part is highly appreciated by users!
 5. Dare to ask - working together brought this project further and has also given great pleasure to work.
- It is a great honor to receive the human factors award for this project.

With special thanks to: Marie-Thérèse Hageman, Anita Zijdeveld physiotherapists working in occupational health & ergonomics (PTOHE) for their work in this project; Home care workers, clients & training department at Fokus Wonen; Inga Mol for sharing her haptic approach; Elco van Liere for the cooperation in the development and production of Handy Pants; Students and supervisors at Amsterdam University of Applied Science, minor Health & Technology for developing www.zorgenkleden.nl; Nico Knibbe for involving us in the making of videos funded by A+O VVT.



About the authors



Yvonne de Leeuw-van Zaanen
VisieK Bedrijfsfysiotherapie,
Physiotherapy in Occupational Health & Ergonomics
Amsterdam UMC, Coronel Institute of Occupational Health, Amsterdam Public Health research institute



Ondine de Hullu
VisieK Bedrijfsfysiotherapie,
Physiotherapy in Occupational Health & Ergonomics

Minder zitten op kantoor

De laatste inzichten uit wetenschap en praktijk

Langdurig zitten wordt geassocieerd met verschillende gezondheidsrisico's. Het verminderen van de zittijd op kantoor omvat populaire maatregelen zoals het inzetten van loop-, fiets- of zit-stabureaus. Het gebruik van zit-stabureaus vermindert de zittijd en heeft geen invloed op de werkprestaties, maar het lijkt erop dat loopbandbureaus het computerwerk wel negatief kunnen beïnvloeden. Aangezien langdurig gebruik van zit-stabureaus of fietsbureaus ook ongemak of klachten kan veroorzaken, wordt aanbevolen om kantoormedewerkers voor te lichten over juist gebruik en het belang van afwisseling tussen zitten, staan en bewegen.

Lidewij R. Renaud, Erwin M. Speklé, Allard J. van der Beek, Hidde P. van der Ploeg en Maaïke A. Huysmans

Interventies die componenten op het gebied van omgeving, organisatie en individu combineren, lijken de zittijd ook op de lange termijn te kunnen verminderen. Echter, dan moeten de componenten wel intens genoeg zijn om deze groepseffecten te bereiken. Daarnaast is het belangrijk dat er binnen interventies specifiek aandacht is voor mensen die zit-stabureaus van nature niet zouden gebruiken om zo de impact van dergelijke interventies te vergroten.

Inleiding

Op het jaarcongres van HFNL, met het thema *Evolutie, Revolutie!* is een workshop over minder zitten op kantoor gehouden, inclusief een groepsdiscussie in Lagerhuis-stijl met de deelnemers. Dit artikel geeft een samenvatting van wat daar besproken is, inclusief de resultaten van recente wetenschappelijke overzichtartikelen (reviews) en de resultaten van het promotieonderzoek van Lidewij Renaud over effectieve interventies om zitten op kantoor te verminderen (afbeelding 1).

Door een verschuiving van fysiek zware beroepen naar minder zwaar en zittend werk, groeit de kantoorpopulatie de afgelopen decennia (Church et al., 2011). Minder fysieke belasting lijkt werkgerelateerde klachten te reduceren, maar zittend (computer)werk brengt ook risico's met zich mee. Ten eerste wordt langdurig zitten geassocieerd met verschillende gezondheidsrisico's, waaronder hart- en vaatziekten, diabetes en vroegtijdige sterfte (Bailey et al., 2019; Biswas et al., 2015; van der Berg et al., 2016). Dit is bevestigd door analyses met objectief gemeten zittijd, waarbij het risico op vroegtijdige sterfte sterker toenam vanaf een totale zittijd van 9,5 uur per dag (Ekelund et al., 2019). Ten tweede wordt computerwerk geassocieerd met klachten aan arm, nek en schouders (KANS) (Andersen et al., 2011). Kantoormedewerkers zitten gemiddeld tot meer dan 10

uur per dag (Ryde et al., 2014) en veel van die tijd wordt zittend op kantoor doorgebracht (Prince et al., 2019). De kantooromgeving is daardoor ook een logische plek om interventies in te zetten om de (totale) zittijd te verminderen. Er zijn veel verschillende middelen op de markt die hiervoor ingezet kunnen worden. De meeste hiervan, zoals zit-stabureaus en bureaufietsen, kunnen worden aangemerkt als omgevingscomponenten. Er zijn ook individuele componenten (zoals coaching en stappentellers) en organisatorische componenten (zoals organisatie van pauzemomenten), waarop ingezet kan worden om zitten op kantoor te verminderen.

Overzicht van recente reviews

Interventies om zitten te verminderen

De meest onderzochte en ook meest effectief gebleken interventie om zitten op kantoor te verminderen, is het zit-stabureau. Een recente review laat zien dat op de korte termijn (tot drie maanden) de zittijd op kantoor gemiddeld met 100 minuten wordt verminderd en op de middellange termijn (3-12 maanden) met 57 minuten. Dezelfde review laat zien dat fiets- en loopbandbureaus, als het gaat om minder zitten, niet effectief leken (Shrestha et al., 2018).

Stappentellers kunnen worden ingezet als individueel middel om zitten te verminderen. In een recente review bleek vooral dat het aantal stappen wordt verhoogd, maar dit resulteerde nog niet in een substantiële vermindering van zittijd (Buckingham et al., 2019). Bovendien ebde het effect in de betreffende onderzoeken na een aantal maanden weer weg.

Bij interventies die uit meerdere componenten bestaan, zoals een combinatie van zit-stabureaus, coaching en reminders, houden de effecten langer aan. Na twaalf maanden werd de zittijd gemiddeld verminderd met 45 minuten



Afbeelding 1. Presentatie wetenschappelijke reviews en inzichten.

tijdens de werkdag (Edwardson et al., 2018; Healy et al., 2016). Daarnaast lijkt het belangrijk voor een duurzaam effect om het gedrag ook op de lange termijn te blijven stimuleren. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door de reminders vanuit software te koppelen aan het gebruik van zit-stabureaus (Garrett et al., 2019; Sharma et al., 2019).

Effect van interventies op werkprestatie

Zit-stabureaus hebben geen effect (positief noch negatief) op de werkprestatie (Ojo et al., 2019). Hoewel bureaufietsen en loopbandbureaus een grotere fysiologische impact hebben in vergelijking met staand werken (hartslag en energieverbruik gaan omhoog, bloeddruk gaat omlaag), is de invloed op de werkprestatie minder positief (Dupont et al., 2019). Voornamelijk loopbandbureaus bleken een negatief effect te hebben op nauwkeurige, motorische taken die voor computerwerkzaamheden noodzakelijk zijn. Eenvoudige verwerkings-taken konden zowel fietsend als op een loopband wel zonder problemen worden uitgevoerd in vergelijking met een staande positie (Dupont et al., 2019).

Effect van interventies op ervaren klachten

Een recente review heeft gekeken naar het effect van interventies die zitten verminderen, op het verminderen van klachten aan het bewegingsapparaat (Parry et al., 2019). Op basis van de geïncludeerde studies leek er geen effect waarneembaar op ervaren klachten, behalve een vermindering op de middellange termijn (zes tot minder dan twaalf maanden) voor pijnklachten bij inzet van interventies met meerdere componenten. Verder bleek vooral dat de uitgevoerde studies van lage kwaliteit waren (lage deelnemersaantallen en korte follow-up).

Voor actieve zitoplossingen, waarbij een actieve zithouding gestimuleerd wordt, is er geen review uitgevoerd. Wel lijkt het langdurig gebruik van bijvoorbeeld zitballen niet aan te raden, omdat dit ervaren discomfort lijkt te verhogen. Verder is langdurig gebruik van bureaufietsen geassocieerd met een verhoging in ervaren discomfort in de heup- en billenregio (Groenesteijn et al., 2016) en kan langdurig staan leiden tot spataderen (Tuchsen et al., 2005). Bij gebruik en inzet van interventies blijft voorlichting over goed gebruik en voldoende afwisseling in zitten, staan en bewegen van belang.

Promotieonderzoek

Binnen de afdeling Sociale Geneeskunde van het Amsterdam UMC, locatie VUmc, doet Lidewij Renaud, onderzoek naar het verminderen van zitgedrag van kantoormedewerkers. De onderzoeken binnen de promotie richten zich vooral op interventies die in de praktijk zijn geïmplementeerd en deze zijn hieronder verder beschreven.

Real-life interventie

De Dynamisch Werken-interventie is ontwikkeld door en uitgerold binnen een grote Nederlandse verzekeringsmaatschappij. Deze interventie is in een *randomised controlled trial* getest op de effectiviteit om zitten te verminderen op een termijn van acht maanden, in vergelijking met een controlegroep. De interventie omvatte meerdere componenten waaronder zit-stabureaus (25% van de zitbureaus van de flexwerkplekken werd vervangen), een stappenteller en begeleiding van interne fysiotherapeuten (twee groepsbijeenkomsten en

twee rondgangen op de afdelingen voor persoonlijk advies). Zowel op de korte als op de lange termijn bleek deze interventie niet effectief om de zittijd te verminderen. Deze uitkomst staat in schril contrast met de evaluaties van andere interventies met meerdere componenten, die wel effectief waren (Edwardson et al., 2018; Healy et al., 2016). Die interventies waren echter veel intensiever; alle deelnemers kregen een persoonlijk zit-stabureau en individuele coaching. Het lijkt er dus op dat ook interventies met meerdere componenten intensief genoeg moeten zijn om het gewenste effect te bereiken (Renaud, Jelsma, et al., 2020). Bedrijven lijken echter vooral zitten te willen verminderen middels initiatieven die qua intensiteit niet boven die van de Dynamisch Werken-interventie uitkomen.

Langdurig toegang zit-stabureaus

Binnen een internationale kantoorpopulatie, waar alle medewerkers al sinds 1999 zit-stabureaus hebben, is een vragenlijstonderzoek afgenomen en zijn groepsinterviews uitgevoerd. Het vragenlijstonderzoek ging in op de frequentie van gebruik van de sta-optie en hoe het gebruik van zit-stabureaus werd ervaren. De 1058 deelnemers konden worden ingedeeld in drie gebruikersprofielen: niet-gebruikers (32,1%), maandelijks/wekelijkse gebruikers (37,5%) en dagelijkse gebruikers (30,4%). Dagelijkse gebruikers waren doorgaans positiever (bijvoorbeeld het zit-stabureau is

praktisch in gebruik of het gebruik van de sta-optie maakt mij productiever) dan maandelijks/wekelijkse gebruikers en niet-gebruikers (Renaud et al., 2018).

Tijdens de groepsinterviews met zowel de dagelijkse gebruikers als de niet-gebruikers werd dieper ingegaan op redenen voor gebruik en niet-gebruik van de zit-stabureaus. Het belangrijkste resultaat was dat niet-gebruikers vooral praktische redenen voor niet-gebruik noemden, terwijl gebruikers vooral direct ervaren voordelen aanvoerden als redenen voor gebruik van hun zit-stabureau. Deze redenen zijn het activeren van jezelf en het veranderen van focus tijdens het werk. Dit biedt wellicht aanknopingspunten voor interventies om kantoormedewerkers met een niet-gebruikersprofiel tot gebruik van hun zit-stabureau te verleiden. Als onderdeel van de interventie kan dan bijvoorbeeld een gewenningsperiode worden gestimuleerd, waardoor zij de voordelen van gebruik ook zullen ervaren (Renaud, Huysmans, et al., 2020).

Groepsdiscussie

Disclaimer: meningen die de deelnemers uitten tijdens de discussie zijn zo goed mogelijk weergegeven. Deze meningen zijn niet noodzakelijk in overeenstemming met de (wetenschappelijke) visie van de auteurs.

Na de presentatie van de eerder beschreven recente wetenschappelijke literatuur werd een groepsdiscussie gestart aan de hand van een aantal stellingen. Middels

Tabel 1. Vragen en discussiestellingen met antwoordopties.

| Vraag | Reacties per functiegroep | | |
|--|---------------------------|----------------|--------------|
| | Adviseur | Andere functie | Totaal N (%) |
| De belangrijkste voorwaarde om zitten op kantoor te verminderen is... | | | |
| Voldoende kennis gezondheidswinst | 15 % | 13 % | 5 (14%) |
| Zit-stabureaus voor iedereen | 5 % | 13 % | 3 (9%) |
| Ondersteunde organisatiecultuur | 45 % | 47 % | 16 (46%) |
| Medewerker betrekken bij ontwikkeling | 35 % | 27 % | 11(31%) |
| Stellingen | | | |
| Return-on-investment is voor werkgevers het belangrijkste | | | |
| EENS | 75 % | 85 % | 26 (74%) |
| ONEENS | 25 % | 15 % | 9 (26%) |
| Een interventie is pas succesvol als alle bureaus worden vervangen | | | |
| EENS | 35 % | 43 % | 15 (42%) |
| ONEENS | 65 % | 57 % | 21 (58%) |
| Er is voldoende kennis beschikbaar over goed gebruik van zit-stabureaus | | | |
| EENS | 53 % | 8 % | 12 (36%) |
| ONEENS | 47 % | 92 % | 21 (64%) |

een app (mentimeter.com) konden deelnemers vragen en stellingen beantwoorden. Er waren 36 deelnemers (44% vrouw), waarvan 56% jonger was dan 35 jaar. Verder was 57% van de deelnemers adviseur en gaf 43% aan een andere functie te bekleden. Er werden twee opwarmvragen gesteld. Antwoordopties met responsaantallen staan in tabel 1. De belangrijkste voorwaarde om zitten op kantoor te verminderen leek vooral een ondersteunende organisatiecultuur (46%). De vraag over welk advies het belangrijkste is bij gebruik van zit-stabureaus werd unaniem aangeduid met het belang van afwisselen (97%, data niet getoond), boven advies over ergonomisch gebruik en risico's van langdurig zitten of langdurig staan. Tijdens de groepsdiscussie in Lagerhuis-stijl werden drie stellingen besproken, waarbij de aanwezigen voor iedere stelling werden ingedeeld in twee groepen: zijnde eens of oneens met de stelling. Nadat de stelling bediscussieerd was (zie afbeelding 2), konden aanwezigen via de app aangeven wat hun antwoord op de stelling in werkelijkheid was (zie afbeelding 3). Deze antwoorden zijn, uitgesplitst per functie en voor het totaal, ook weergegeven in tabel 1.

Stelling 1:

Return-on-investment (ROI) is voor werkgevers het belangrijkste argument om interventies voor het verminderen van zitgedrag te implementeren

Tijdens de discussie werden diverse argumenten aangedragen vóór deze stelling. Zo sloot deze stelling aan bij het pleidooi van Jan Dul (keynote op het congres de dag ervoor), waarin hij aangaf dat de belangrijkste reden voor werkgevers om te investeren in gezond werken, een hoger rendement is (Dul et al., 2012). Dit in tegenstelling tot gezondheidswinst als belangrijkste doel, hoewel het verbeteren van rendement en productiviteit ook samen kan gaan met het verbeteren van gezondheid. Een ander argument dat werd aangevoerd was dat interventies voor het verminderen van zitgedrag vooral geïmplementeerd worden om een aantrekkelijke werkgever te zijn in een krappe arbeidsmarkt.

Ook werden er diverse tegenargumenten gegeven, zoals de beperkte hoeveelheid wetenschappelijk onderzoek naar de ROI van dit soort interventies. Een andere deelnemer meende juist 'een belangrijke reden om tot investeringen over te gaan, is dat je hart voor de zaak hebt en hart voor je medewerkers. Je wilt het goede voor je medewerkers doen, goed voor ze zorgen. Dit soort argumenten kan werkgevers over de streep helpen.' Ook werd het Rijnlandse model van ondernemerschap genoemd (Bakker et al., 2005), waarbij er grote samenwerkingsbereidheid is tussen overheid, werkgevers en werknemers. In navolging hierop heeft een familiebedrijf volgens deze deelnemer meer compassie met zijn werknemers dan bedrijven die het Amerikaanse economische model volgen.

Een wetenschappelijk expert voegde toe dat ROI in deze context altijd gekoppeld is aan ziekteverzuim. Dat willen werkgevers verminderen. Onder kantoormedewerkers is



Afbeelding 2 Discussie tijdens het Lagerhuis-debat.



Afbeelding 2 Stemmen over stellingen via de app.

het ziekteverzuim over het algemeen niet hoog, waardoor het een extra uitdaging kan zijn om werkgevers te overtuigen om in preventie te investeren.

EENS: 74 %

ONEENS: 26 %

Stelling 2:

Een interventie om minder te zitten is pas succesvol als alle bureaus worden vervangen door zit-stabureaus.

Ergonomen die het oneens waren met deze stelling gaven aan dat je in de praktijk veel bureaus ziet met een zwengeltje; die staan vaak op stahoogte en worden niet gebruikt en 'Ik ga toch geen geld uitgeven aan dingen die niet gebruikt worden'. Dat laatste blijkt ook uit onderzoek. Wanneer medewerkers gedurende een lange tijd een zit-stabureau hebben, gebruiken een belangrijk deel van de medewerkers het niet. Echter, in het eens-kamp meende men dat er dan juist een extra interventie tegenaan gezet moet worden. Immers, een groot deel van de niet-gebruikers vergeet de sta-optie te gebruiken, dus daar

zou je een interventie voor kunnen aanbieden; bijvoorbeeld werknemers stimuleren hun bureau op stahoogte te zetten wanneer ze wegllopen. Bovendien werd opgemerkt dat als je iets doet, je het goed moet doen, dus investeer in elektrisch verstelbare zit-stabureaus en niet in bureaus met een zwengeltje. Een andere voorwaarde die genoemd werd, was dat je iedereen de mogelijkheid moet geven om het meubilair te gebruiken. Onderzoek laat zien dat één bureau op vier medewerkers niet werkt, maar als alle bureaus vervangen worden, er wel een effect gevonden wordt. Dus het beste resultaat wordt verkregen wanneer bij (flex)werkplekken alle bureaus zit-stabureaus zijn, zodat iedereen er altijd gebruik van kan maken. Een deelnemer zei echter: "Ik ben nog steeds niet overtuigd dat zit-stabureaus überhaupt het verschil voor gezondheid maken." Sommige werkgevers zijn ook terughoudend in het vervangen van alle bureaus door zit-stabureaus. Een verandertraject moet je ingaan met de mensen, alleen zit-stabureaus plaatsen is niet voldoende. Concluderend: zitten, staan en bewegen moeten in voldoende mate worden afgewisseld. Welke gedragscomponenten aangepakt moeten worden om een interventie te laten werken is hierbij de belangrijkste vraag.

EENS: 42 %

ONEENS: 58 %

Stelling 3:

Er is voldoende kennis beschikbaar om te kunnen adviseren over goed gebruik van zit-sta bureaus

Bovenstaande stelling zorgde voor veel reacties. Een deelnemer uit het eens-kamp stelde dat het belangrijk is om te 'leren' staan; medewerkers moeten er aan wennen; eerst maar zes minuten per keer en daarna weer zitten; anders gaan ze fout staan. Zet een muziekje op en ga dansen, maak het leuk. Nu zeggen mensen zelf ook: "we gaan er even goed voor zitten", dat wil je juist niet, je wil juist variatie. Weer een ander meende: "Ik kijk eerst naar het werk wat iemand doet en welke taken zich daarin lenen om staand uit te voeren. Bijvoorbeeld het lezen van een stuk of het versturen van e-mails."

Het oneens-kamp meende vooral dat het nog onvoldoende duidelijk is wat de risico's zijn van te veel zitten. De risico's van roken en drinken zijn bijvoorbeeld veel duidelijker. Het is belangrijk dat mensen veel vrij bewegen en dat moet niet afgeremd worden. Een deelnemer meende dat de negatieve effecten van zitten op het lichaam, bijvoorbeeld voor rugklachten, in het verleden zijn genegeerd. Een wetenschappelijk expert duidde dat zitten geen risicofactor is voor rugklachten, eerder het tegenovergestelde. Verder meende deze expert dat kennis over de (negatieve) effecten van te veel zitten nog te beperkt is voor een duidelijke richtlijn. De Gezondheidsraad stelt zeer strenge eisen aan kwaliteit en hoeveelheid evidence voor het ontwikkelen van een richtlijn, hiervoor is dus meer onderzoek nodig.

EENS: 36%

ONEENS: 64%

Conclusie

Interventies om zitten onder kantoomedewerkers te verminderen bestaan idealiter uit meerdere componenten met voldoende intensiteit, waarbij rekening wordt gehouden met de invloed van deze componenten op ervaren klachten en werkproductiviteit. Zit-stabureaus is een voorbeeld van een effectieve interventie (omgevingscomponent) die kan worden ingezet. Ondersteunende (organisatie en individuele) componenten zijn daarbij nodig om de interventie succesvol te maken, waarbij de input van de eindgebruikers (zowel gebruikers als niet-gebruikers) nuttig kan zijn. De inzet van interventies, zoals een zit-stabureau, moet worden begeleid en geoefend, met in duur opbouwende periodes van gebruik. Voor kantoomedewerkers geldt dat zitten, staan en bewegen voldoende moet worden afgewisseld. Richtlijnen voor een specifiek aantal uur of patroon van zitten (op het werk) kunnen echter nog onvoldoende worden onderbouwd met wetenschappelijk bewijs.

Abstract

Prolonged sitting is associated with several health risks. Reducing sitting time in the office includes popular measures, such as introducing sit-stand workstations, walking or desk bikes. Sit-stand workstations do not affect work performance, while walking desks seem to negatively affect computer work. As long-term use of active working devices might induce discomfort or complaints, it is recommended to inform office workers about the correct use and the importance of postural variability of sitting, standing and physical activity of any intensity.

Multi-component interventions, combining environmental, organizational and individual components, seem to have the most sustainable effect to reduce sitting time in office workers. Still, the intervention components need to be intense enough to reach these meaningful group effects. To further increase the effectiveness, it might be important to stimulate the involvement of office workers who are, by nature, non-users of these interventions.

Referenties

- Andersen, J.H., N. Fallentin, J.F. Thomsen, and S. Mikkelsen. 2011. 'Risk factors for neck and upper extremity disorders among computers users and the effect of interventions: an overview of systematic reviews', *PLoS One*, 6: e19691.
- Bailey, D.P., D.J. Hewson, R.B. Champion, and S.M. Sayegh. 2019. 'Sitting Time and Risk of Cardiovascular Disease and Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis', *American Journal of Preventive Medicine*, 57: 408-16.
- Bakker, P., S. Evers, N. Hovens, H. Snelder, and M. Weggeman. 2005. 'Het Rijnlands model als inspiratiebron', *Holland Management Review*, 103: 72-81.
- Biswas, A., P.I. Oh, G.E. Faulkner, R.R. Bajaj, M.A. Silver, M.S. Mitchell, and D.A. Alter. 2015. 'Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis', *Ann Intern Med*, 162: 123-32.
- Buckingham, S.A., A.J. Williams, K. Morrissey, L. Price, and

J. Harrison. 2019. 'Mobile health interventions to promote physical activity and reduce sedentary behaviour in the workplace: A systematic review', *Digit Health*, 5: 2055207619839883.

Church, T.S., D.M. Thomas, C. Tudor-Locke, P.T. Katzmarzyk, C.P. Earnest, R.Q. Rodarte, C.K. Martin, S.N. Blair, and C. Bouchard. 2011. 'Trends over 5 decades in U.S. occupation-related physical activity and their associations with obesity', *PLoS One*, 6: e19657.

Dul, J., R. Bruder, P. Buckle, P. Carayon, P. Falzon, W.S. Marras, J.R. Wilson, and B. van der Doelen. 2012. 'A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession', *Ergonomics*, 55: 377-95.

Dupont, F., P.M. Leger, M. Begon, F. Lecot, S. Senecal, E. Labonte-Lemoyne, and M. E. Mathieu. 2019. 'Health and productivity at work: which active workstation for which benefits: a systematic review', *Occup Environ Med*, 76: 281-94.

Edwardson, C.L., T. Yates, S.J.H. Biddle, M.J. Davies, D.W. Dunstan, D.W. Eslinger, L.J. Gray, B. Jackson, S.E. O'Connell, G. Waheed, and F. Munir. 2018. 'Effectiveness of the Stand More AT (SMaRT) Work intervention: cluster randomised controlled trial', *BMJ*, 363: k3870.

Ekelund, U., J. Tarp, J. Steene-Johannessen, B.H. Hansen, B. Jefferis, M.W. Fagerland, P. Whincup, K.M. Diaz, S.P. Hooker, A. Chernofsky, M.G. Larson, N. Spartano, R.S. Vasan, I.M. Dohrn, M. Hagstromer, C. Edwardson, T. Yates, E. Shiroma, S.A. Anderssen, and I.M. Lee. 2019. 'Dose-response associations between accelerometry measured physical activity and sedentary time and all cause mortality: systematic review and harmonised meta-analysis', *BMJ*, 366: l4570.

Garrett, G., H. Zhao, A. Pickens, R. Mehta, L. Preston, A. Powell, and M. Benden. 2019. 'Computer-based Prompt's impact on postural variability and sit-stand desk usage behavior: a cluster randomized control trial', *Appl Ergon*, 79: 17-24.

Groenesteijn, L., D.A. Commissaris, M. Van den Berg-Zwetsloot, and S. Hiemstra-Van Mastriegt. 2016. 'Effects of dynamic workstation Oxidesk on acceptance, physical activity, mental fitness and work performance', *Work*, 54: 773-8.

Healy, Genevieve N., Elizabeth G. Eakin, Neville Owen, Anthony D. Lamontagne, Marj Moodie, Elisabeth A.H. Winkler, Brianna S. Fjeldsoe, Glen Wiesner, Lisa Willenber, and David W. Dunstan. 2016. 'A Cluster Randomized Controlled Trial to Reduce Office Workers' Sitting Time', *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48: 1787-97.

Ojo, S.O., D.P. Bailey, M.L. Brierley, D.J. Hewson, and A.M. Chater. 2019. 'Breaking barriers: using the behavior change wheel to develop a tailored intervention to overcome workplace inhibitors to breaking up sitting time', *BMC Public Health*, 19: 1126.

Parry, S.P., P. Coenen, N. Shrestha, P.B. O'Sullivan, C.G. Maher, and L.M. Straker. 2019. 'Workplace interventions for increasing standing or walking for decreasing musculoskeletal symptoms in sedentary workers', *Cochrane Database Syst Rev*, 2019.

Prince, S.A., C.G. Elliott, K. Scott, S. Visintini, and J L. Reed. 2019. 'Device-measured physical activity, sedentary behaviour and cardiometabolic health and fitness across occupational groups: a systematic review and meta-analysis', *Int J Behav Nutr Phys Act*, 16: 30.

Renaud, L.R., M.A. Huysmans, H.P. van der Ploeg, E.M. Spekle, H.R. Pasma, and A.J. van der Beek. 2020. "Experiences of office workers with long-term access to sit-stand workstations from the user and non-user, as well as manager and ergo-coach perspectives." *Submitted*.

Renaud, L.R., M.A. Huysmans, H.P. van der Ploeg, E.M. Spekle, and A.J. van der Beek. 2018. 'Long-Term Access to Sit-Stand Workstations in a Large Office Population: User Profiles Reveal Differences in Sitting Time and Perceptions', *Int J Environ Res Public Health*, 15.

Renaud, Lidewij R., Judith G.M. Jelsma, Maaïke A. Huysmans, Femke van Nassau, Jeroen Lakerveld, Erwin M. Speklé, Judith E. Bosmans, Dominique P.M. Stijnman, Anne Luyen, Allard J. van der Beek, and Hidde P. van der Ploeg. 2020. 'Effectiveness of the multi-component dynamic work intervention to reduce sitting time in office workers – Results from a pragmatic cluster randomised controlled trial', *Applied Ergonomics*, 84.

Ryde, G.C., H.E. Brown, N.D. Gilson, and W.J. Brown. 2014. 'Are we chained to our desks? Describing desk-based sitting using a novel measure of occupational sitting', *J Phys Act Health*, 11: 1318-23.

Sharma, P.P., R.K. Mehta, A. Pickens, G. Han, and M. Benden. 2019. 'Sit-Stand Desk Software Can Now Monitor and Prompt Office Workers to Change Health Behaviors', *Hum Factors*, 61: 816-24.

Shrestha, N., K.T. Kukkonen-Harjula, J.H. Verbeek, S. Ijaz, V. Hermans, and Z. Pedisic. 2018. 'Workplace interventions for reducing sitting at work', *Cochrane Database Syst Rev*, 6: CD010912.

Tuchsen, F., H. Hannerz, H. Burr, and N. Krause. 2005. 'Prolonged standing at work and hospitalisation due to varicose veins: a 12 year prospective study of the Danish population', *Occup Environ Med*, 62: 847-50.

Van der Berg, J.D., C.D. Stehouwer, H. Bosma, J.H. van der Velde, P.J. Willems, H.H. Savelberg, M.T. Schram, S.J. Sep, C.J. van der Kallen, R.M. Henry, P.C. Dagnelie, N.C. Schaper, and A. Koster. 2016. 'Associations of total amount and patterns of sedentary behaviour with type 2 diabetes and the metabolic syndrome: The Maastricht Study', *Diabetologia*, 59: 709-18.

About the authors



Lidewij Renaud, Mc.
Amsterdam UMC, location VUmc
Department of Public & Occupational
Health
l.renaud@amsterdamumc.nl



Dr. Eur.Erg. Erwin Speklé
Arbo Unie



Prof. Dr. Allard van der Beek
Amsterdam UMC, location VUmc
Department of Public & Occupational
Health



Dr. Hidde van der Ploeg
Amsterdam UMC, location VUmc
Department of Public & Occupational
Health



Dr. Maaïke Huysmans
Amsterdam UMC, location VUmc
Department of Public & Occupational
Health

Een voorwoord uit de vereniging

Het Human Factors NL Jaarcongres 2019 was een groot succes. Twee dagen congres met 82 sprekers, zowel uit onze eigen vereniging als van daarbuiten. Hiermee faciliteerde het congres een belangrijk doel van HFNL: het verbinden van disciplines om gezamenlijk aan problemen en maatschappelijke vraagstukken te kunnen werken. Nu belangrijker dan ooit.

Eén van de congreshoogtepunten waren de presentaties van de genomineerden voor de HFNL Prijzen. Door de diversiteit in onderwerp en achtergrond van de nominaties gaf dit een boeiende dwarsdoorsnede van wat er op human factors gebied gebeurt. De drie winnaars presenteren hun projecten in deze uitgave.

Een greep uit de juryrapporten:

“Het dissertatie-onderzoek van Vincent Blijleven, gericht op complexe mens-machine systemen, is een mooi voorbeeld van het verschil tussen work as imagined en work as done. Hij gaat in op het totale werksysteem, betreft niet alleen eindgebruikers en ontwikkelaars, maar ook aanpalende disciplines.” (...)

“De scriptie van Mücahit Aydin onderscheidt zich door bruikbaarheid in klinische en niet-klinische setting, en toepassing van innovatieve 3D scantechnieken.” (...)

“Het project Zorg voor aan- en uitkleden van Yvonne van Zaanen laat een complete aanpak zien van analyse tot en met implementatie. De aanpak is grondig en gebaseerd op participatief ergonomische principes.”

Het coronavirus en het ingevoerde *social distancing* beleid heeft voor velen een groot effect. Gebruikersstudies, interventies, bedrijfsbezoeken en wetenschappelijk onderzoek worden op dit moment afgelast, uitgesteld of online uitgevoerd. De impact op onze samenleving en de duur van de effecten zijn nog onduidelijk. Maar we zien ook een rol voor de HF-sector om oplossingen aan te dragen voor de complexe vragen. Welke aanpassingen in de publieke ruimte onderdrukken de verspreiding van het virus? Hoe voorkomen we dat ouderen en andere kwetsbare groepen in sociaal isolement raken? Hoe creëren mensen thuis een gezonde werkplek? Vragen met antwoorden waar wij onze kennis voor in kunnen zetten.

Hoewel de bijdrages van dit nummer geschreven zijn voordat de ernst van het virus kenbaar was, zijn er toch parallellen te trekken. In de bijdrage van Lidewij Renaud et al wordt behandeld hoe zittijd op kantoor verminderd kan worden. Wat is je zittijd nu thuis?



HFNL Dissertatieprijs: Vincent Blijleven



HFNL Scriptieprijs: Mücahit Aydin



HFNL Toepassingsprijs/Pieter Rookmaker Prijs: Yvonne van Zaanen

Ook het dossier Antropometrie heeft raakpunten met de huidige situatie. Antropometrische informatie kan een cruciale rol spelen bij het goed passend maken van persoonlijke beschermingsmiddelen. We leren hoe een van oudsher vrij eenvoudige aanpak van lichaamsmaten opnemen zich ontwikkeld heeft. Toon Huysmans et al beschrijven een platform waarin 3D gescande lichamen staan zodat designers producten passender kunnen maken. Hein Daanen laat zien hoe techniek gebruikt kan worden om kleding beter te laten zitten. Tenslotte behandelt Renate de Bruin de ontwikkeling van een verbeterde meetmethode om schoolmeubilair passend te maken.

We wensen iedereen gezondheid en sterkte in deze moeilijke tijd.

Marijke Melles - voorzitter@humanfactors.nl en
Ruben Post - hoofdredacteur@humanfactors.nl