

Auteurs ir. Mariëlle Aarts, ir. Lenny Mennen, prof.dr.ing. Alexander Rosemann (allen Unit Building Physics and Services TU/e), prof. dr. ir. Evert van Loenen (Unit Building Physics and Services TU/e; Philips, Eindhoven); prof. dr. Helianthe Kort (Unit Building Physics and Services TU/e; Lectoraat Technologie voor Zorginnovaties, Hogeschool Utrecht)

De invloed van licht op medicatie zorg in ziekenhuizen

Het toedienen van onjuiste medicatie bij ziekenhuispatiënten kan tot levensbedreigende situaties leiden. Bij het medicatieproces zijn veel verschillende professionals betrokken wat de kans op fouten vergroot. Een goede verlichting zou een deel van deze fouten kunnen voorkomen. Een veld studie is uitgevoerd om de potentie van licht op de leesbaarheid van medicatie labels te onderzoeken. De focus lag hierbij op de verlichting in de medicatieruimtes en patiëntenkamers. Op verschillende ziekenhuisafdelingen zijn lichtmetingen uitgevoerd. Daarnaast zijn er onder verpleegkundigen vragenlijsten afgenomen en is de leesbaarheid op cruciale plekken getest.

Algemeen

Voordat medicatie aan een patiënt kan worden toegediend, heeft het al een lange weg afgelegd waarbij door de vele menselijke handelingen de kans op fouten groot is. Deze fouten kunnen leiden tot levensbedreigende situaties voor patiënten en dienen voorkomen te worden. Volgens Jones [1] lopen patiënten gevaar ten gevolge van medicatie fouten. Deze fouten worden veroorzaakt door slecht leesbare medicatie labels, de alsmaar stijgende leeftijd van verpleegkundigen en de slecht verlichte werkomgeving. Slechte verlichting, denk aan bijvoorbeeld onvoldoende licht, een slechte spectrale samenstelling of verlichting die verblinding veroorzaakt, kunnen fouten in de hand werken. De focus van ziekenhuizen ligt op het zo snel mogelijk beter maken van patiënten, daarom zal men proberen de nachtrust te bevorderen door bij nachtelijke check-ups geen of weinig licht te gebruiken. Dit kan echter conflicteren met de benodigde verlichting waarbij verpleegkundigen hun taken dienen uit te voeren. Onder deze

taken vallen, onder andere, het lezen van de dosis, het uitdelen van de verschillende pillen, en controleren of het infuus nog naar behoren werkt. De impact van de lichtcondities is zelfs groter voor verpleegkundigen van gemiddelde en hogere leeftijd, omdat hun zicht is verslechterd ten gevolge van ouderdomslechiendheid of oog vermoeidheid. Daarom is het essentieel verlichting te bieden die de visuele prestatie van verpleegkundigen die zich met de medicatie bezighouden ondersteunt.

Graves en collega's [2] hielden een semigestructureerd interview met 16 ziekenhuis verpleegkundigen. Ze vroegen hen naar hun houding ten opzichte van de invloed van licht op hun werk prestatie. Uit de antwoorden concludeerden ze dat de meeste verpleegkundigen zich noch bewust zijn van hoe verlichting de veiligheid van patiënten kan verhogen noch hoe ze hun eigen lichtcondities kunnen beïnvloeden. Ondanks dat verschillende studies het belang benadrukken van goede verlichting ter voorkoming van medicatie fouten, werd slechts één studie gevonden die de invloed van verlichting op taken van het medicatie proces onderzocht, specifiek de capillaire refill [3]. Deze studie onder 309 zorg professionals toonde aan dat het aantal fouten significant minder was wanneer deze taak onder hoge lichtniveaus werd uitgevoerd dan onder lage lichtniveaus; het aantal onontdekte refills was 3,9% onder de hoge lichtniveaus in vergelijking met 66,7% onder de lage lichtniveaus. Aangezien de twee lichtcondities zich respectievelijk voordeden tijdens dag en nacht, blijft het onduidelijk of deze grote verschillen alleen kunnen worden toegeschreven aan de visuele prestatie, of andere aspecten zoals stress of verminderde alertheid tijdens de avond/nacht.

In een andere studie naar de invloed van daglicht en duisternis op medicatie fouten onder verpleegkundigen in Alaska, concludeerden de onderzoekers dat duisternis één van de vier voorspellers was van de kans op medicatie fouten [4]. Meer dan de helft van de medicatiefouten werd namelijk tijdens de eerste 3 maanden van het jaar gemaakt. Interessant genoeg was er een vertraging van meer dan 2 maanden tussen de mate van duisternis en de

hoeveelheid fouten; dit suggereert dat medicatie fouten niet alleen gerelateerd zijn aan visuele prestatie.

De hieronder beschreven studie focust zich op de taak van het voorbereiden en toedienen van medicatie. De hoofd onderzoeksvraag richt zich op de houding van verpleegkundigen ten opzichte van de lichtcondities in het ziekenhuis waar ze werkzaam zijn en de relatie van deze houding tot de werkelijke lichtcondities. Ten tweede wordt onderzocht of de huidige lichtniveau de visuele prestatie van de verpleegkundigen beïnvloedt.

Methode

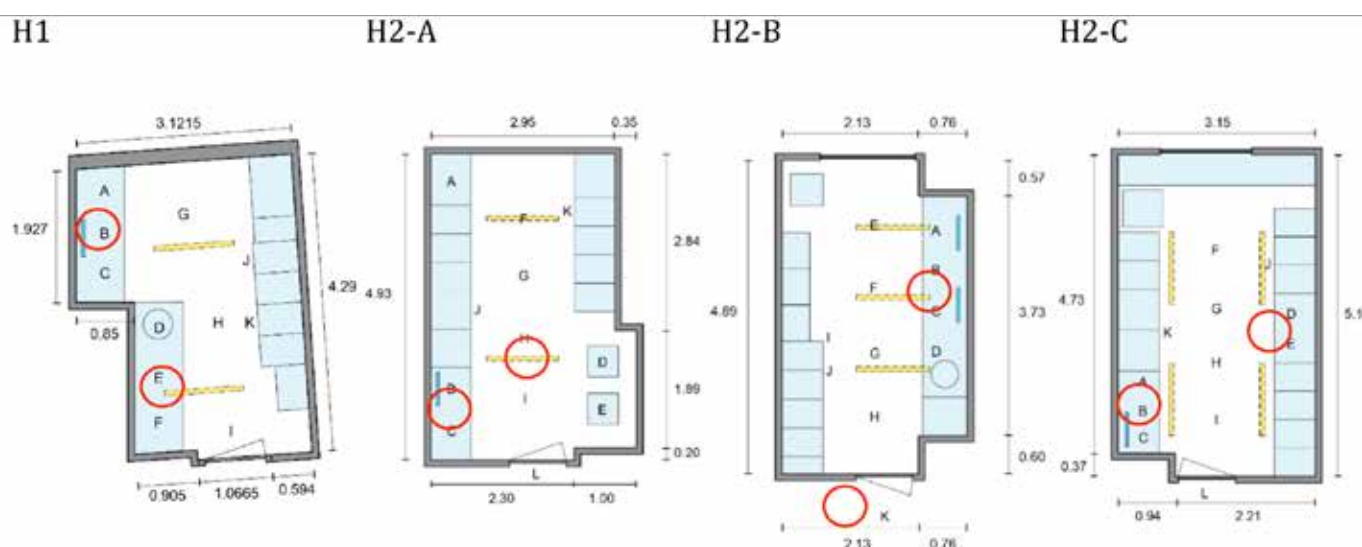
In twee verschillende ziekenhuizen in Nederland (vanaf hier gerefereerd aan als H1 en H2) werden de huidige lichtcondities gemeten in de medicatie ruimtes van verschillende afdelingen. Op de gemeten afdelingen werd een vragenlijst afgenomen bij de verpleegkundigen, die informeerde naar hun beleving van de lichtcondities, specifiek tijdens hun werkzaamheden in relatie tot medicatie handelingen. Een visus test werd afgenomen op twee posities in de medicatie ruimte waar de

voorbereiding en sortering van medicatie wordt gedaan. De twee posities vertegenwoordigen respectievelijk een donkerdere en lichtere locatie.

Het lichtontwerp en de indeling van de medicatie ruimtes in H1 waren allemaal identiek. In H2 waren niet alle indelingen en lichtontwerpen van de ruimtes hetzelfde. Daarom werd het experiment uitgevoerd op drie afdelingen met verschillende indelingen en lichtontwerpen in hetzelfde gebouw (vanaf nu genoemd als H2-A, H2-B, H2-C). De werkzaamheden omtrent het medicatie proces waren vergelijkbaar in beide ziekenhuizen. Geen van de gemeten medicatie ruimtes hadden ramen die daglicht toelieten.

A. Testlocaties

De bouw van ziekenhuis H1 werd voltooid in 2013; het ontwerp is in lijn met het "healing environments" principe. Het concept achter dit principe is dat de interactie tussen patiënt, zorg professionals en de omgeving positief bijdraagt aan het herstelproces en/of de gezondheid [5]. Een voorbeeld van een toepassing van dit principe is dat alle medicatie ruimtes op alle afdelingen dezelfde oriëntatie, grootte en indeling hebben. Het tweede ziekenhuis was voltooid in 1973, waarvan sommige afdelingen al een recente renovatie ondergaan hebben. De metingen vonden plaats op drie afdelingen; twee originele (H2, A and H2, C) and één gerenoveerde (H2, B). Figuur 1 laat de plattegronden en indeling zien van de medicatie ruimtes op de verschillende afdelingen.



Figuur 1: Indeling medicatie ruimtes H1, H2-A, H2-B, H2-C, de letters duiden de posities van de metingen aan. Positie J, K en I voor ruimte H2-B; I stelt een verticale meetpositie op ooghoogte voor. De gele lijnen geven de positie van de lampen in het plafond aan. De visus testen werden uitgevoerd op de posities met de rode cirkels. In H2-B werd geen donkere locatie aangetroffen en daarom werd deze meting uitgevoerd op het werkblad bij de verpleegsterspost.

B. Participanten

Met de goedkeuring van het hoofd van de afdeling, namen dienstdoende verpleegkundigen vrijwillig deel aan de studie, die ongeveer 45 minuten duurde.

1) Survey

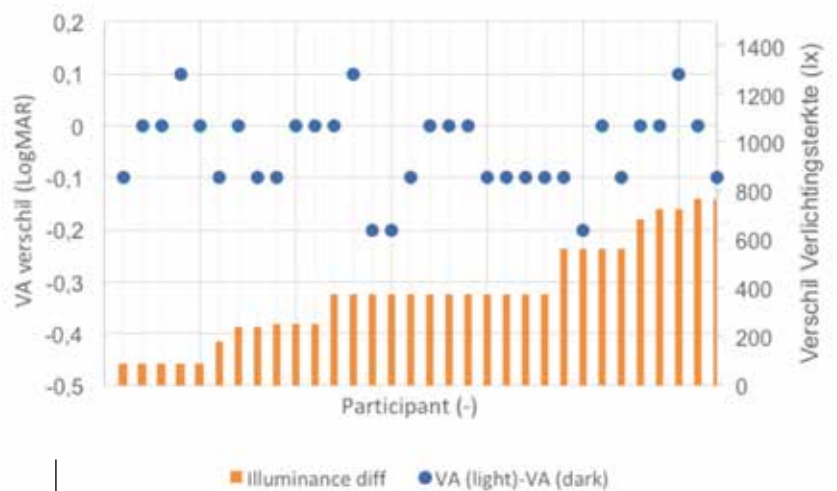
In totaal namen 29 participanten deel (26 vrouwen, gemiddelde leeftijd 31,7, SD 10,8), die in verschillende ziekenhuizen werkten (31,3% in H1, 68,7% in H2). De gemiddelde werkervaring bedroeg 10,7 jaar (SD 10,3 jaar).

2) Visual acuity test

Het totale aantal mensen dat deelnam aan de visus testen was 32, waarvan 28 vrouwen en vier mannen. De gemiddelde leeftijd was 33,3 jaar (SD 10,6 jaar), en ze waren werkzaam in verschillende ziekenhuizen (37,5% in H1, 62,5% in H2). De gemiddelde werkervaring bedroeg 10,9 jaar (SD 10,2 jaar). Van de 17 participanten die een bril of contactlenzen droegen, hadden 8 een correctie van verziendheid of een correctie van zowel ver- als bijziendheid.

C. Survey

Een vragenlijst werd afgenomen om de attitude van de verpleegkundigen ten opzichte van de verlichting te bepalen. Deze vragenlijst werd afgenomen als gestructureerd interview. Deze aanpak maakte het mogelijk om er zeker van te zijn dat de vragen correct werden geïnterpreteerd, voornamelijk die over de licht aspecten en om eventueel een korte toelichting te vragen op een gegeven antwoord.



Figuur 2: Verschil in visus tussen de lichtere en donkere locatie per deelnemer, geordend naar verschil in verlichtingssterkte

D. Visus test

De visus werd getest met een tweezijdige schaal 'Logarithmic visual acuity chart 2000 "new etdrs"' van Precision Vision®. Willekeurig werd één kant van de schaal gekozen voor de donkerdere locatie en de andere voor de lichtere locatie (de test locaties zijn aangegeven in Figuur 1). De leesafstand werd op 40 cm gehouden, gemeten van het oog tot de kaart. De verlichtingssterkte op de kaart werd voor iedere individuele test gemeten omdat de verlichting noch identiek was in alle medicatieruimtes noch op alle meetposities.

De gemiddelde verlichtingssterkte op de twee werkvlakken was 240 lx en 610 lx in H1. Deze waren 190 lx en 280 lx in H2-A, 252 lx en 808 lx in H2-B en 310 lx en 560 lx in H2-C. Het verschil tussen de twee locaties is afgebeeld in Figuur 2.

De resultaten zijn gerapporteerd in LogMar (Logarithm of the Minimum Angle of Resolution). Iemand die details kan waarnemen onder een 'visual angle' van slechts 1 minuut, scoort LogMAR 0 (de logaritme met grondtal 10 van 1 is 0). Een score van 0 duidt een 'normale' visus aan terwijl een negatieve score erop wijst dat kleinere details leesbaar zijn (beter zicht) en een positieve score slechter zicht betekent. Als variabele werd de waarde van de kleinste letters bij een geheel correct voorgelezen zin gebruikt. De visus van de verpleegkundigen werd getest met de visuscorrectie (bril/contactlenzen) die ze op dat moment gebruikten.

E. Lichtmetingen

Lichtmetingen werden in verschillende medicatie ruimtes uitgevoerd. De verlichtingssterkte (E) en de kleurtemperatuur (Tcp) werden gemeten op de relevante werkvlakken (zie Figuur 1): horizontaal op de werkbladen en de vloer, en zowel horizontaal als

verticaal in de buurt van de opbergkasten van de medicatie. Voor de visus testen werden E en Tcp gemeten op de posities waar de testen werden uitgevoerd.

F. Analyse

Voor de statistische analyses werd Microsoft Excel (2013) gebruikt. Met een one tailed paired t-toets werd bepaald of er een significant verschil in visus optrad tussen de uitkomsten onder donkerdere en lichtere locaties. Een p-waarde < 0.01 werd als significant beschouwd. Met IBM SPSS statistics 23 werd de correlatie bepaald tussen de visus en de verlichtingssterkte en tussen de visus en de Tcp. Daarvoor werd de one tailed Pearson test gebruikt.

Resultaten

A. Lichtcondities in relatie tot de houdingen opzichte van verlichting

De verpleegkundigen spraken geen expliciete klachten uit over de hoeveelheid licht in de medicatie ruimtes. 81% beschouwde de verlichting als goed. Hoewel de metingen een groot verschil aantoonde in de horizontale verlichtingssterkte tussen de verschillende medicatie ruimtes, werd dit niet als zodanig ervaren door de verpleegkundigen (zie Tabel 1). De kleurtemperatuur werd als "koud" beschouwd door 38% van de participanten terwijl 6% deze "warm" vond; de overige 56% van de participanten hadden een neutrale mening.



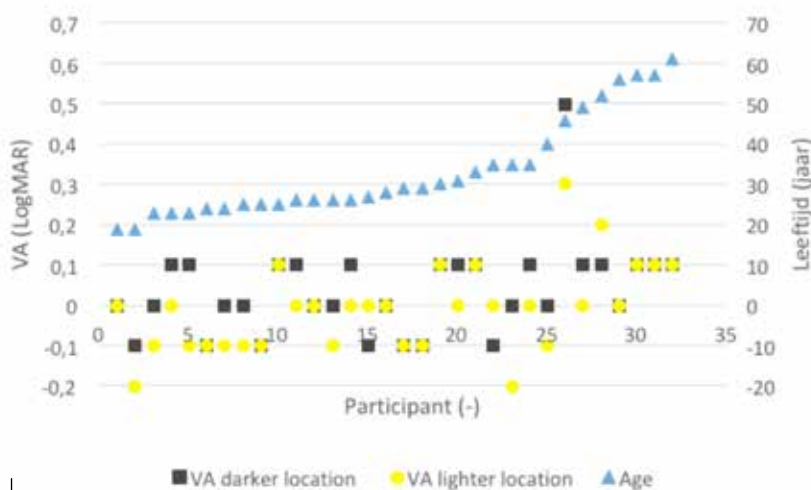
In alle ruimtes was de gemeten Tcp < 3100 K. Een Tcp van 3000 K wordt beschouwd als "warm wit" terwijl een Tcp van 4000 K geldt als "koel wit". Toen gevraagd werd naar de hoeveelheid daglicht, gaf 40% aan meer daglicht te willen terwijl één persoon de voorkeur gaf aan minder daglicht en de overige participanten tevreden waren met de hoeveelheid daglicht op de afdeling. De afdelingen waren zo ingedeeld dat de patiëntenkamers aan twee kanten met de gang verbonden waren, het gedeelte van de verpleegkundigen in het midden van de hal was gesitueerd, met aan het einde van de gang een raam. Alle patiëntenkamers waren voorzien van een raam.

	Gemiddelde horizontale verlichtingssterkte [lx]		Indruk van de Lichtconditie zoals aangegeven door verpleegkundigen (aantal participanten)
	Werkvlak	Vloer	
Aanbevolen [6]	500	100	
H1	397	325	Weinig licht (1) Neutraal (8)
H2-A	195	315	Weinig licht (2) Neutraal (3) Veel licht (1)
H2-B	839	483	Weinig licht(1) Neutraal(6) Veel licht (1)
H2-C	521	773	Neutraal (6)

Tabel 1: Gemiddelde horizontale verlichtingssterkte in de medicatie ruimtes

B. Visus

Iedere participant werd gevraagd om deel te nemen aan een visus test in een relatief donkere en een relatief lichte plaats in de medicatie ruimte. Aangezien niet alle medicatie ruimtes identiek waren, traden er ook verschillen op in de lichtcondities en in de verschillen tussen de twee locaties. Figuur 2 laat per participant het visus verschil zien en het bijbehorende verschil in verlichtingssterkte tussen de donkere en lichte locatie. In figuur 3 staat het visus verschil uitgezet tegen de leeftijd van de participanten. In beide grafieken betekent een negatieve waarde beter zicht onder de hogere verlichtingssterkte terwijl een positieve waarde het tegenoverstelde aanduidt. Een waarde van 0 betekent geen visus verschil.



Figuur 3: Visus bij een donkerdere en lichtere locatie voor elk van de participanten, geordend naar leeftijd.

Wanneer we deze grafieken interpreteren, leren we dat de meeste participanten (15 van de 32) lager dan nul scoorden, wat betekent dat de visus het beste was onder de hoogste verlichtingssterkte. Bij 14 participanten trad geen verschil op tussen de condities, en 3 participanten scoorden beter onder de donkerdere locaties. Met een gepaarde t-test

was het mogelijk om de visus resultaten te vergelijken tussen de donkerdere en lichtere conditie. Een significant verschil in visus trad op tussen de donkerdere ($M=0,04$, $SD=0,01$) en de lichtere conditie ($M=-0,01$, $SD=0,01$); ($t(31)=3,30$, $p=0,001$). Met de Pearson test werd echter een niet-significante correlatie gevonden tussen visus en verlichtingssterkte, en visus en Tcp.

Discussie en conclusie

De resultaten tonen aan dat, ondanks de grote verschillen in lichtcondities tussen de verschillende medicatie ruimtes, de meerderheid van de verpleegkundigen de verlichting als neutraal/goed ervaarde. Dit was ook het geval wanneer de verlichtingssterkte lager was dan de waarde aanbevolen door de standaard. Dat dit toe te schrijven is aan onwetendheid zou op

basis van de resultaten van de visus test geconcludeerd kunnen worden. Voor bijna de helft van de participanten was de visuele prestatie significant beter op een relatief lichte positie dan op een relatief donkere positie in de medicatie ruimte.

Gezien het proces van medicatie zorg, waar men soms met hele kleine letter groottes in aanraking komt, zou de juiste verlichting bij kunnen dragen aan het verlagen van de foutmarge. In een vervolg studie zullen de licht parameters verlichtingssterkte en kleurtemperatuur gevarieerd worden om de meest optimale lichtconditie te detecteren voor het lezen van verschillende tekst groottes op verschillende soorten medicatie verpakkingen.

Dankwoord

De auteurs zijn erkentelijk voor de ondersteuning vanuit de ziekenhuizen en de deelname van hun werknemers in deze studie. De auteurs willen ook Christel de Bakker bedanken. Deze studie is onderdeel van het SPARK Impuls II project, Creating Healthy Environments, Hospitals.

Referenties

1. J. Jones, "Misread Labels as a Cause of Medication Errors," *Am. J. Nurs.*, vol. 114, no. 3, pp. 11-13, 2014.
2. K. Graves, L. Symes, S. K. Cesario, and A. Malecha, "Is There Light? Well It Depends--A Grounded Theory Study of Nurses, Lighting, and Medication Administration.," *Nurs. Forum*, vol. 50, no. 4, pp. 241-51, Jan. 2015.
3. L. H. Brown, N. H. Prasad, and T. W. Whitley, "Adverse lighting condition effects on the assessment of capillary refill," *Am. J. Emerg. Med.*, vol. 12, no. 1, pp. 46-47, Jan. 1994.
4. C. Roseman and J. M. Booker, "Workload and environmental factors in hospital medication errors," *Nurs. Res.*, vol. 44, no. 4, pp. 226-230, 1995.
5. E. R. C. M. Huisman, E. Morales, J. van Hoof, and H. S. M. Kort, "Healing environment: A review of the impact of physical environmental factors on users," *Build. Environ.*, vol. 58, pp. 70-80, Dec. 2012.
6. NEN, "NEN-EN 12464-1. Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places," 2011.