



**Gunnhild  
Johnsen  
Hjetland**

Stipendiat

Institutt for  
Klinisk Psykologi,  
Universitetet i Bergen

Byrådsavdeling for  
Helse og Omsorg,  
Bergen Kommune



**Eirunn Thun**

Postdoktor

Institutt for  
klinisk psykologi,  
Universitetet i Bergen

Institutt for  
samfunnspsykologi,  
Universitetet i Bergen



**Elisabeth Flo**

Førsteamanuensis

Institutt for  
klinisk psykologi,  
Universitetet i Bergen

# Lys som intervensjon for personer med demens

Demens er en terminal lidelse med store konsekvenser for dem som er rammet og for deres familie og omsorgspersoner. Det er et stort behov for effektive tiltak for å lindre de ledsagende symptomene ved demens knyttet til atferdsforstyrrelser, psykisk helse, søvn og døgnrytme. Lysterapi er en lovende ikke-farmakologisk intervensjon, men studier har så langt gitt motstridende resultater. Her trekker vi frem hovedfunn knyttet til lysterapi, og diskuterer ulike faktorer som kan gi manglende eller negativ effekt av lysterapi hos personer med demens.

## Introduksjon

Demens kjennetegnes ved nedsatt kognisjon samt atferdsmessige og psykologiske symptomer ved demens, for eksempel søvnproblemer, agitasjon, depresjon og psykose (Selbaek, Engedal, Benth, & Bergh, 2014). Selv om nedsatte kognitive evner er krevende, ser man at det er særlig atferdsmessige og psykologiske symptomer samt søvnproblemer som fører til stress og ubehag for personen selv, for deres familiemedlemmer og eventuelt pleiepersonale (Aasmul, Husebo, & Flo, 2016; Selbaek, Kirkevold, & Engedal, 2007). Ofte er problemer knyttet til døgnrytme og søvn en viktig årsak til institusjonalisering (Donaldson, Tarrier, & Burns, 1998; Pollak & Perlick, 1991). Gode tiltak som reduserer slike symptomer er derfor av stor betydning både på individ- og samfunnsnivå.

Personer med demens opplever ofte forstyrret døgnrytme, med flere sove- og våkenperioder i løpet av et døgn (Peter-Derex, Yammine, Bastuji, & Croisile, 2015). Atferdsmessige og psykologiske symptomer ved demens viser også døgnvariasjon. Dette er ofte observert som økt uro, forvirring,

og vandring på ettermiddagen og kvelden, også kalt «sundowning» (Gnanasekaran, 2016). Flere fysiologiske funksjoner, for eksempel kroppstemperatur og hormonproduksjon fluktuerer over en 24-timers syklus; de har en circadian rytme (døgnrytme). Kroppstemperaturen er på sitt laveste punkt (nadir) ca. to timer før man våkner (for mange rundt kl. 05 om morgenen). Dette er tiden på døgnet vi fungerer dårligst med hensyn til fysisk, psykologisk og kognitiv prestasjon. Temperaturen stiger utover dagen og når sitt toppunkt på ettermiddagen, før den igjen synker utover kveld og natt. Et annet viktig eksempel på fysiologiske funksjoner med circadian rytme er utskillelsen av hormonet melatonin. Melatonin har en speilvendt kurve til kroppstemperatur, med toppunkt siste halvdel av natten, og bunnpunkt på ettermiddagen. Når kroppstemperaturen øker og utskillelsen av melatonin avtar, føler vi oss mer våken og aktivert, mens tilbøyeligheten for å sovne stiger med en synkende kroppstemperatur og økende utskillelse av melatonin.

De ulike fysiologiske rytmene synkroniseres av suprachiasmatic nucleus (SCN) i hypothalamus. Denne indre biologiske klokken påvirkes av lys, og slik reguleres kroppen til en lys-mørke syklus. I tillegg har dagslys direkte effekter på våkenhet, humør og kognisjon, ved at lys-sensitive celler i øyet sender informasjon til flere ulike områder i hjernen. Disse ikke-visuelle effektene av lys refereres til som «non-imageforming functions» (NIF) (LeGates, Fernandez, & Hattar, 2014). Den fysiologiske responsen på lys avhenger av tidspunktet for eksponering, intensitet uttrykt som mengden irradians eller illuminans (lux), og spektralsammensetning (Wright & Lack, 2001; Wright, Lack, & Kennaway, 2004). Lyseksponering før nadir (når døgnrytmen tilsier at det er natt) skyver døgnrytmen fremover (vi blir mer b-menneske), mens lyseksponering etter nadir skyver døgnrytmen bakover (vi blir mer a-menneske). NIF-systemet er maksimalt følsomt for korte bølgelengder (~ 460 nm), vanligvis betegnet som blått lys eller lys med kjølig fargetemperatur (Thapan, Arendt, & Skene, 2001). Ved bruk av blått lys, er lavere lysintensitet tilstrekkelig til å stimulere NIF-responser (Papamichael, Debra, & Revell, 2012).

Med økende alder blir lysabsorpsjonen svekket; personer i 75–95 års alderen trenger seks til ti ganger mer lys enn en 10-åring for å oppnå samme fysiologiske respons

Med økende alder blir lysabsorpsjonen svekket; personer i 75–95 års alderen trenger seks til ti ganger mer lys enn en 10-åring for å oppnå samme fysiologiske respons (Turner, Van Someren, & Mainster, 2010). Forskning har vist at personer med demens, har et særlig økt behov for lyseksponering (La Morgia, Ross-Cisneros, Sadun, & Carelli, 2017). Dessverre får eldre, særlig personer med demens på sykehjem, lite dagslys. Mange har dårlig innelys, selv midt på sommeren.

#### Effekt av lysbehandling hos personer med demens

Det er få store randomiserte kontrollerte studier som har undersøkt effekten av lys på søvn, døgnrytme, atferdsproblemer og psykologiske symptomer hos personer med demens. Generelt har flertallet av studiene rapportert positive effekter av lysterapi (Ancoli-Israel et al., 2003; Fetveit, Skjerve, & Bjorvatn, 2003; Onega, Pierce, & Epperly, 2016). Mens en del studier ikke har funnet en effekt av lys, ser vi at

enkelte studier har funnet negative effekter av lys på atferdsmessige og psykologiske symptomer og søvn (Hickman et al., 2007; Sloane et al., 2007; Joost Van Hoof, Aarts, Rense, & Schoutens, 2009). Det er derfor viktig å forstå hva som kan ha ført til slike ulike resultater, og på denne måten forsøke å optimalisere lysbehandling for personer med demens. Vi vil først beskrive ulike effekter av lysbehandling, for så diskutere mulige virkningsmekanismer.





### **Kognisjon**

Særlig for personer med mild til moderat demens, er prospektet om forbedringer i kognitiv funksjon viktig. Dessverre er ikke effekter av lysterapi på kognisjon grundig studert. De få studiene som har undersøkt dette har funnet en forbedring i skåre på Mini Mental State Examination (MMSE) (Graf et al., 2001; Yamadera et al., 2000). Det kan her være viktig å differensiere mellom ulike fysiologiske systemer som responderer på lys. En endring i

tidspunktet for lys-mørke eksponering vil føre til en faseforskyvning av døgnrytmen. Denne faseskiftende effekten kan bare måles på lengre sikt (dvs. tidligst ved neste døgnsyklus). Lys kan også ha umiddelbare effekter, blant annet på søvnighet/våkenhet (Vandewalle, Maquet, & Dijk, 2009). Det vil dermed være av interesse å se nærmere på hvor stor rolle sekundære effekter av døgnrytme og søvn påvirker kognisjon sammenlignet med de akutte effektene.

### **Søvn og døgnrytme**

Majoriteten av studiene som undersøkte effekten av lysterapi på søvn fant forbedringer i søvnparametere. Interessant nok ser vi at to randomiserte kontrollerte studier som fant søvnforbedringer inkluderte kun personer med Alzheimers sykdom (Ancoli-Israel et al., 2003; McCurry et al., 2011). Studier som ikke fant signifikant forbedring inkluderte alle demensdiagnoser og hadde kort



De fleste studier som har sett på effekten av lys på døgnrytme har rapportert signifikante effekter

behandlingsvarighet [f.eks. (Burns, Allen, Tomenson, Duignan, & Byrne, 2009)].

De fleste studier som har sett på effekten av lys på døgnrytme har rapportert signifikante effekter [f.eks. (Ancoli-Israel et al., 2003; Figueiro et al., 2014)]. Imidlertid ser vi ofte at studiene har funnet positive utfall på ett av mange døgnrytmemål som ellers ikke er signifikante. Det er dermed en risiko for positiv bias blant studiene.

#### **Atferdsmessige og psykologiske symptomer på demens**

Når en ser på effekten av lys på atferdsmessige og psykologiske symptomer på demens er det et noe mer uklart bilde. Selv om det også her er flere studier som viser positive resultater [f.eks. (Onega et al., 2016)], er det også en rekke studier som rapporterer ingen endring eller negative utfall. Majoriteten av studiene med negative utfall benyttet lys med mye blått lys (fra 6 500 K til 12 500 K) kombinert med relativt høy intensitet (1 200-2 500 lux) [f.eks. (Hickman et al., 2007)]. Et sentralt spørsmål er om det er for intenst lys,

for blått lys, eller en kombinasjon av disse som kan være uheldig. Kun en studie som inkluderte bruk av høy lux uten samtidig mye blått lys har funnet negative utfall. Det kan derfor se ut til at særlig bruk av for blått lys, eller en kombinasjon av mye blått lys og høy lux kan være uheldig.

#### **HVA KAN PÅVIRKE RESPONS TIL LYSBEHANDLING?**

##### **Alvorlighetsgrad av og type demens**

Det er mulig at individer i de tidligere stadiene av demens er mer sensitive for lyseksponering, på godt og vondt. En studie har vist at pasienter med mild til moderat Alzheimers sykdom har bedre virkning av lysbehandling enn de som har alvorlig Alzheimers sykdom (Barrick et al., 2010). Samtidig er det også funnet mer agitasjon i denne gruppen etter lysbehandling. Det har imidlertid også blitt rapportert at lysbehandling er like effektivt mot depresjon i alle faser av demens (Onega et al., 2016). Det er også uklart om type demens påvirker respons til lysbehandling.

For eksempel ble det brukt samme protokoll i to studier, men bare den studien som kun inkluderte pasienter med Alzheimers sykdom fant forbedret søvn. Videre har det blitt funnet større grad av døgnrytmeforbedring hos pasienter med Alzheimers sykdom i en studie (Van Someren, Kessler, Mirmiran, & Swaab, 1997), og hos pasienter med vaskulær demens i en annen studie (Mishima, Hishikawa, & Okawa, 1998).

##### **Leveringsmetode, intensitet, timing og varighet av intervensjon**

Studier har variert med tanke på blant annet leveringsmetode, intensitet, timing og varighet av intervensjonen som er gitt. Når det gjelder leveringsmetode er det mange studier som har anvendt tradisjonelle lyskasser, som gir opptil 10 000 lux og skal benyttes i minst 30 minutter (Fetveit et al., 2003). Det er uklart hvor effektive disse er, men det er i det minste rapportert svært få bivirkninger eller uønskede utfall. Det er utfordringer med bruk av slike hos pasienter med demens, da det krever at pasienten blir sittende foran

lyskassen lenge nok. Andre studier har anvendt lys monteret i tak eller på vegger (lysrom) og pasienten kan dermed bevege seg rundt og likevel bli eksponert for lyset (Sloane et al., 2007). Det kan se ut som at lysrom har en større effekt enn lyskasser (både av den positive og negative sorten), noe som muligens kan skyldes lengre eksponeringstid og/eller mer blått lys.

En metaanalyse rapporterte at 2500 lux eller høyere hadde mer effekt på depresjon enn lavere intensitet (Chiu et al., 2017). Flere studier har funnet at svært blålig lys (6 500-13 000 K) hadde en negativ innvirkning på noen utfall [f.eks. (Barrick et al., 2010; Sloane et al., 2015; J. van Hoof, Schoutens, & Aarts, 2009)]. Det kan foreligge et dose-respons-forhold mellom lyseksponering og helse, der både for lite og for mye lys er uheldig (Wulff & Foster, 2017). Det har også blitt foreslått at svært kjølig fargetemperatur kan oppleves som unaturlig og ubehagelig, noe som kan ha ført til negative utfall. Demenspasienter har ofte nedsatt mobilitet og evne til å uttrykke seg, og har liten mulighet til å påvirke sine omgivelser. Misnøye med lysforholdene kan da uttrykkes gjennom forverret atferd. Dermed bør effekten av mer moderate lysnivåer utforskes. Det er funnet positive effekter av lysrom på depresjon og uro ved bruk av mer moderate lysnivåer på 400 lux og 4 400 K (Wahnschaffe et al., 2017). Disse verdiene overskrider typisk innelys (Aarts & Westerlaken, 2005; Shochat, Martin, Marler, & Ancoli Israel, 2000), og kan være tilstrekkelige for døgnrytme- og søvnregulering, samt behandling av atferdsmessige og psykologiske symptomer ved demens. Imidlertid er høyere lysnivå sannsynligvis mer effektivt, med tanke på den nedsatte lysabsorpsjonen man ser hos eldre og personer med demens. Ved bruk av lysrom, kan lys like i underkant av 6 500 K og 1 200 lux være en god løsning. Fra et evolusjonsperspektiv er det fornuftig å holde fargetemperaturen på omtrent 6 000 K, da det korresponderer til sollyset.





Timing for lyseksponering har variert mellom ulike studier. Vanligst er det å gi lys om morgenen eller «hele» dagen, stort sett med noe lavere lysintensitet og varmere fargetemperatur tidlig på morgenen og ettermiddag/kveld. Begge disse tilnærmingene har vist positive utfall i en rekke studier. Imidlertid er det ikke utelukkende positive resultater. En del studier har funnet lignende effekter av lysbehandling uavhengig av timing (Ancoli-Israel et al., 2003). Det viktigste er kanskje en generell økning i lyseksponering, da denne populasjonen utvilsomt er underekspontert for dagslys (Shochat et al., 2000; Sinoo, van Hoof, & Kort, 2011). Det er likevel viktig å være kritisk til sterkt lys som administreres for tidlig eller for sent på dagen da dette kan gi uønskede effekter. Effekten av lyseksponering avhenger av døgnrytmefase, og denne kan være veldig forskjellig hos pasienter med alvorlig demens. Å gi lysbehandling på samme tid til personer med ulike rytmer vil trolig ha forskjellig virkning. En studie fant for eksempel at lysbehandling om formiddagen fremskyndet toppunktet for aktivitetsrytmen bare for

pasienter som før behandlingen startet hadde et toppunkt etter kl. 15:00 (Skjerve et al., 2004). Ideelt sett bør lyseksponering i større grad tilpasses den enkeltes døgnrytme. Dette er imidlertid ikke mulig når man anvender lysrom og en bør i disse tilfellene satse på å gi mest lys midt på dagen, for å treffe flest personer i riktig fase.

Lysbehandling på vår og sommer, da det er markant bedre tilgang på dagslys, kan være unødvendig og mulig ha uheldige bivirkninger i enkelte miljø. En studie fant en negativ sammenheng mellom forbedring i agitasjon og daglengde og anbefalte at lysbehandling bare skulle brukes om vinteren (Burns et al., 2009). Likevel finner man ofte lave lysnivåer innendørs også på sommeren, og hvor mye lys sykehjemsboere eksponeres for vil være avhengig av bosituasjon (spesielt retning på og antall vinduer) og hvor mye de er utendørs. Når det gjelder varighet av intervensjonen er det indikasjoner på at behandlingsperioder på åtte uker eller mer kan være mer effektive.

### Konklusjon

Samlet sett viser eksisterende forskning lovende effekter av lysbehandling på søvn, døgnrytme, atferdsmessige og psykologiske symptomer ved demens. Det er imidlertid vanskelig å trekke endelige konklusjoner på grunn av stor heterogenitet i studiene med hensyn til intervensjoner som er gitt og studiepopulasjon.

Fordi lysbehandling har forårsaket negative effekter i noen studier, bør lyset som benyttes holdes innenfor akseptable nivåer. Lysets evne til å produsere NIF-responser kan sikres ved å øke både intensiteten og ha kjøligere fargetemperatur over en lengre periode, men unngå at det overskrider 6 500 Kelvin kombinert med over 1 200 lux. Sterkt lys er relativt invaderende i folks omgivelser, og den fysiologiske effekt er vanskelig å skille fra subjektive erfaringer og preferanser. Å utvikle løsninger som er effektive, i tillegg til å være komfortable og estetisk tilfredsstillende, bør være en prioritet.

## REFERANSER

- Aarts, M., & Westerlaken, A. J. G. (2005). Field study of visual and biological light conditions of independently-living elderly people. *4*(3), 141-152.
- Aasmul, I., Husebo, B. S., & Flo, E. (2016). Staff Distress Improves by Treating Pain in Nursing Home Patients With Dementia: Results From a Cluster-Randomized Controlled Trial. *J Pain Symptom Manage*, *52*(6), 795-805. doi:10.1016/j.jpainsymman.2016.07.004
- Ancoli-Israel, S., Gehrman, P., Martin, J. L., Shochat, T., Martler, M., Corey-Bloom, J., & Levi, L. (2003). Increased light exposure consolidates sleep and strengthens circadian rhythms in severe Alzheimer's disease patients. *Behav Sleep Med*, *11*(1), 22-36. doi:10.1207/s15402010bsm0101\_4
- Barrick, A. L., Sloane, P. D., Williams, C. S., Mitchell, C. M., Connell, B. R., Wood, W., . . . Zimmerman, S. (2010). Impact of ambient bright light on agitation in dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *25*(10), 1013-1021. doi:http://dx.doi.org/10.1002/gps.2453
- Burns, A., Allen, H., Tomenson, B., Duignan, D., & Byrne, J. (2009). Bright light therapy for agitation in dementia: a randomized controlled trial. *Int Psychogeriatr*, *21*(4), 711-721. doi:10.1017/s1041610209008886
- Chiu, H. L., Chan, P. T., Chu, H., Hsiao, S. S., Liu, D., Lin, C. H., & Chou, K. R. (2017). Effectiveness of Light Therapy in Cognitively Impaired Persons: A Metaanalysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Geriatr Soc*, *65*(10), 2227-2234. doi:10.1111/jgs.14990
- Donaldson, C., Tarrier, N., & Burns, A. (1998). Determinants of carer stress in Alzheimer's disease. *Int J Geriatr Psychiatry*, *13*(4), 248-256.
- Feltheit, A., Skjerve, A., & Bjorvatn, B. (2003). Bright light treatment improves sleep in institutionalised elderly—an open trial. *Int J Geriatr Psych*, *18*(6), 520-526. doi:10.1002/gps.852
- Figueiro, M. G., Plitnick, B. A., Lok, A., Jones, G. E., Higgins, P., Hornick, T. R., & Rea, M. S. (2014). Tailored lighting intervention improves measures of sleep, depression, and agitation in persons with Alzheimer's disease and related dementia living in long-term care facilities. *Clin Interv Aging*, *9*, 1527-1537. doi:10.2147/cia.s68557
- Gnanasekaran, G. (2016). "Sundowning" as a biological phenomenon: current understandings and future directions: an update. *Aging Clin Exp Res*, *28*(3), 383-392. doi:10.1007/s40520-015-0431-3
- Graf, A., Wallner, C., Schubert, V., Willeit, M., Wlk, W., Fischer, P., . . . Neumeister, A. (2001). The effects of light therapy on mini-mental state examination scores in demented patients. *Biological Psychiatry*, *50*(9), 725-727.
- Hickman, S. E., Barrick, A. L., Williams, C. S., Zimmerman, S., Connell, B. R., Preisser, J. S., . . . Sloane, P. D. (2007). The effect of ambient bright light therapy on depressive symptoms in persons with dementia. *J Am Geriatr Soc*, *55*(11), 1817-1824. doi:10.1111/j.1532-5415.2007.01428.x
- La Morgia, C., Ross-Cisneros, F. N., Sadun, A. A., & Carelli, V. (2017). Retinal Ganglion Cells and Circadian Rhythms in Alzheimer's Disease, Parkinson's Disease, and Beyond. *Front Neurol*, *8*, 162. doi:10.3389/fneur.2017.00162
- LeGates, T. A., Fernandez, D. C., & Hattar, S. (2014). Light as a central modulator of circadian rhythms, sleep and affect. *Nat Rev Neurosci*, *15*(7), 443-454. doi:10.1038/nrn3743
- McCurry, S. M., Pike, K. C., Vitiello, M. V., Logsdon, R. G., Larson, E. B., & Teri, L. (2011). Increasing walking and bright light exposure to improve sleep in community-dwelling persons with Alzheimer's disease: results of a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, *59*(8), 1393-1402. doi:10.1111/j.1532-5415.2011.03519.x
- Mishima, K., Hishikawa, Y., & Okawa, M. (1998). Randomized, dim light controlled, crossover test of morning bright light therapy for rest-activity rhythm disorders in patients with vascular dementia and dementia of Alzheimer's type. *Chronobiol Int*, *15*(6), 647-654.
- Onega, L. L., Pierce, T. W., & Epperly, L. (2016). Effect of Bright Light Exposure on Depression and Agitation in Older Adults with Dementia. *Issues Ment Health Nurs*, *37*(9), 660-667. doi:10.1080/01612840.2016.1183736
- Papamichael, C., Debra, D. J., & Revell, V. L. (2012). Human Nonvisual Responses to Simultaneous Presentation of Blue and Red Monochromatic Light. *Journal of Biological Rhythms*, *27*(1), 70-78. doi:doi:10.1177/0748730411431447
- Peter-Derex, L., Yammine, P., Bastuji, H., & Croisile, B. (2015). Sleep and Alzheimer's disease. *Sleep Med Rev*, *19*, 29-38. doi:10.1016/j.smrv.2014.03.007
- Pollak, C. P., & Perlick, D. (1991). Sleep problems and institutionalization of the elderly. *J Geriatr Psychiatry Neurol*, *4*(4), 204-210.
- Selbaek, G., Engedal, K., Benth, J. S., & Bergh, S. (2014). The course of neuropsychiatric symptoms in nursing-home patients with dementia over a 53-month follow-up period. *Int Psychogeriatr*, *26*(1), 81-91. doi:10.1017/s1041610213001609
- Selbaek, G., Kirkevold, O., & Engedal, K. (2007). The prevalence of psychiatric symptoms and behavioural disturbances and the use of psychotropic drugs in Norwegian nursing homes. *Int J Geriatr Psychiatry*, *22*(9), 843-849. doi:10.1002/gps.1749
- Shochat, T., Martin, J., Martler, M., & Ancoli-Israel, S. (2000). Illumination levels in nursing home patients: effects on sleep and activity rhythms. *Journal of Sleep Research*, *9*(4), 373-379.
- Sinoo, M. M., van Hoof, J., & Kort, H. S. (2011). Light conditions for older adults in the nursing home: Assessment of environmental illuminances and colour temperature. *Building and Environment*, *46*(10), 1917-1927.
- Skjerve, A., Holsten, F., Aarstrand, D., Bjorvatn, B., Nygaard, H. A., & Johansen, I. (2004). Improvement in behavioral symptoms and advance of activity acrophase after short term bright light treatment in severe dementia. *Psych clin neurosci*, *58*(4), 343-347.
- Sloane, P. D., Figueiro, M., Garg, S., Cohen, L. W., Reed, D., Williams, C. S., . . . Zimmerman, S. (2015). Effect of home-based light treatment on persons with dementia and their caregivers. *Lighting Research & Technology*, *47*(2), 161-176. doi:http://dx.doi.org/10.1177/1477153513517255
- Sloane, P. D., Williams, C. S., Mitchell, C. M., Preisser, J. S., Wood, W., Barrick, A. L., . . . Zimmerman, S. (2007). High-intensity environmental light in dementia: effect on sleep and activity. *J Am Geriatr Soc*, *55*(10), 1524-1533. doi:10.1111/j.1532-5415.2007.01358.x
- Thapan, K., Arendt, J., & Skene, D. J. (2001). An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans. *J Physiol*, *535*(Pt 1), 261-267. doi:10.1111/j.1469-7793.2001.t01-1-00261.x
- Turner, P. L., Van Someren, E. J., & Mainster, M. A. (2010). The role of environmental light in sleep and health: effects of ocular aging and cataract surgery. *Sleep Med Rev*, *14*(4), 269-280. doi:10.1016/j.smrv.2009.11.002
- Van Hoof, J., Aarts, M. P., Rense, C., & Schoutens, A. M. (2009). Ambient bright light in dementia: Effects on behaviour and circadian rhythmicity. *Building and Environment*, *44*(1), 146-155.
- van Hoof, J., Schoutens, A. M. C., & Aarts, M. P. J. (2009). High colour temperature lighting for institutionalised older people with dementia. *Building and Environment*, *44*(9), 1959-1969. doi:10.1016/j.buildenv.2009.01.009
- Van Someren, E. J., Kessler, A., Mirmiran, M., & Swaab, D. F. (1997). Indirect bright light improves circadian rest-activity rhythm disturbances in demented patients. *Biol Psychiatry*, *41*(9), 955-963. doi:10.1016/s0006-3223(97)89928-3
- Vandewalle, G., Maquet, P., & Dijk, D.-J. (2009). Light as a modulator of cognitive brain function. *Trends in Cognitive Sciences*, *13*(10), 429-438. doi:https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.07.004
- Wahnschaffe, A., Nowozin, C., Haedel, S., Rath, A., Appelhof, S., Munch, M., & Kunz, D. (2017). Implementation of Dynamic Lighting in a Nursing Home: Impact on Agitation but not on Rest-Activity Patterns. *Curr Alzheimer Res*, *14*(10), 1076-1083. doi:10.2174/1567205014666170608092411
- Wright, H. R., & Lack, L. C. (2001). Effect of light wavelength on suppression and phase delay of the melatonin rhythm. *Chronobiol Int*, *18*(5), 801-808.
- Wright, H. R., Lack, L. C., & Kennaway, D. J. (2004). Differential effects of light wavelength in phase advancing the melatonin rhythm. *J Pineal Res*, *36*(2), 140-144.
- Wulff, K., & Foster, R. G. (2017). Insight into the Role of Photoreception and Light Intervention for Sleep and Neuropsychiatric Behaviour in the Elderly. *Curr Alzheimer Res*, *14*(10), 1022-1029. doi:10.2174/1567205014666170523095231
- Yamadera, H., Ito, T., Suzuki, H., Asayama, K., Ito, R., & Endo, S. (2000). Effects of bright light on cognitive and sleep-wake (circadian) rhythm disturbances in Alzheimer type dementia. *Psychiatry and clinical neurosciences*, *54*(3), 352-353.