

눈과 照明

金 在 浩

〈카톨릭의대 교수, 강남성모병원 안과과장〉

가정에서나 직장에서나 우리는 항상 눈을 통하여 외계를 보면서 살아가고 있기 때문에 올바른 조명은 눈의 건강관리에 있어서 절대로 중요한 요건이 된다.

즉, 밝을수록 잘 보이며 또 작업능률도 상승하게 되는 것이 일반 상식이다. 시력이란 것은 밝기가 증가하면 그 만큼 증가하게 되며, 1000[lx]까지는 직선적인 상관관계를 이르게 되더라도 그 이상의 조도에서는 오히려 능력 감퇴의 현상이 올 수도 있다고 본다.

빛이 강하여 눈이 부신(수명)현상이 강하게 느껴지는 요소로는, ① 광원의 밝기가 강할수록 ② 시선이 광원에 가까울수록 ③ 광원과 배경의 어둠과 콘트라스트가 강할수록 강하게 느껴지게 된다.

그러므로 작업환경에 알맞는 적정의 밝기가 전 광원이 직접 눈에 닿아도도록 하는 것이 좋겠지만, 반면에 실내 주의를 너무 캄캄하게 하고 다만 스탠드등 하나로만 작업(독서)하는것도 역시 눈의 피로를 가속화 시키는 요인이 된다고 보고 있다.

요즘 인간이 사회생활을 영위하는데 필요한 적정의 조도[lx]량은 점차로 상향조정 되고 있으며, 이로서 더 밝게 보면서 살아가는 환경으로 세상은 달라지고 있다.

1. 조명과 눈의 피로

조명의 발전은 우리의 생활환경에 큰 변혁을 가져왔다. 오늘날 인공 조명의 시대에 살고 있는

현대인들은 눈을 뜨고 있는 시간을 더욱 많이 갖게 되었고 옛날 등잔불 밑에서 살 때와 비하여 그 만큼 우리 인생이 윤택하게 했을 뿐 아니라, 그 만큼 더 연장한 결과가 되었다.

이렇듯 비쳐만 주는 조명 환경에서 이제는 잘 보는 조명으로 변천되어 왔으며 다양한 조명 환경은 우리의 심리적 생리적 및 물리적 조건에 깊은 연관을 갖게 되었다.

누구나 시각작업(독서)을 한 두시간 이상하게 되면 눈의 피로가 오게 되는 것은 생리적 현상이지만, 불과 30분도 안되는 사이에 눈이 쉬 피로하게 되는 것을 안정피로라고 한다. 안정피로의 원인으로서는 각막염, 결막염, 사시(외사위, 외사시), 원시(또는 난시), 또는 신경증(신경과민)등이 있을때에 으레 나타나게 된다.

한편 적당한 조명은 눈의 피로를 덜어 줄 뿐 아니라 작업이나 독서의 효과를 상승시켜 준다.

독서나 작업시의 광원은 직접 눈에 비치도록 갖으로 가리되 총 광속의 약 10[%]정도는 위로 투과하게 하여 주위 환경의 어두움이 너무 대조가 되지 않게 해야 한다.

2. 시각 노동(독서)의 생리적 요소

망막을 통하여 한 물체를 정확히 보려면 다음과 같은 5가지 요소가 필요하다.

즉,

- ① 目的物의 크기
- ② 目的物과 背景과의 對照(contrast)
- ③ 輝度

④ 目的物の 色彩

⑤ 作業 수행에 필요한 時間

3. 시간노동(독서)의 물리적요소(환경조건)

작업장의 고용주들은 ① 정기적인 視力檢査로서 각 종업원들의 視力을 항상 좋게 유지하도록 하고 ② 종업원들의 기호에 맞는 아늑한 環境을 만들어 주어 生産量 增産과 安全한 作業環境이 되도록 특별배려가 필요하다. 그러기 위해서 우선 작업무대를 잘 볼수 있고 또 安全하게 作業을 수행하는데 가장 重要한 要素는 “적당한 照明”을 해주는 것이다. 그 다음 眼科의사가 검사하여 필요에 따라 맞는 眼鏡을 處方하여 주든가 또는 눈 치료를 해 준 다음에는 照明技士가 作業環境 특히 照明에 대하여 처방을 해 주어야 한다.

즉

① 잘 볼수 있는 조건을 마련하여 作業을 예정한 필요 속도로 정확히 수행할 수 있다.

② 종업원마다 쉽게 작업할 수 있도록 적절한 照明을 해준다.

③ 視力의 불편이 없고 또 최고의 안전성을 유지하도록 照明條件을 만들어 준다.

· 상방광속 투과는 총광속의 10%이상이 되어야 함.

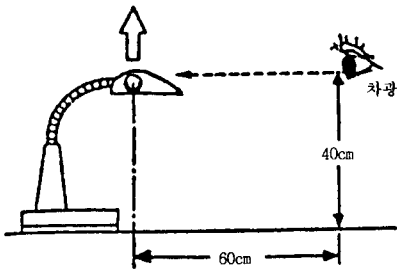


그림 1

(형광스탠드, 전등이 직접 눈에 안 보이도록 해야한다.)

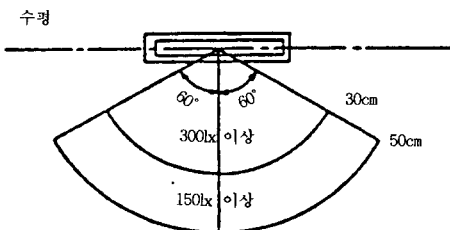


그림 2

이러기 위해서는 照明燈의 선택과 配置등이 중요한데 가령 머리위에서의 조명, 作業臺위에서의 조명, 天井의 조명, 그리고 그 照度의 強度등이 문제가 된다. 과거 60여년간에 걸쳐서 美國照明技術學會에서는 이 문제에 관하여 많은 研究를 하였고 그간 수십번 개정하여 왔는데 처음에는 공장안의 일반조명은 5 foot candles(1 feet거리에서의 일표준 촉광의 光度)가 좋다고 했었지만, 오늘날에는 저장실 창고 및 교통도로 등에도 최소 20 foot candles(1 foot candle=10.764[lx])가 필요하다고 지적되고 있다. 적당한 照明하에 安全하고 效率的으로 作業을 수행하기 위하여는 物體表面에서 反射되는 빛의 눈부심(glare)을 없애 주어야 한다. 너무 輝度가 강하면 눈부심도 그만큼 강해지게 되는데 이 눈부심에 대한 개인이 感受性과는 종업원에 따라서 또 시간에 따라서 또는 그 주위환경조건에 따라서 차이가 많다. 일반적으로 서양인(색소가 적은)이 동양인보다는 눈부심에 대한 不便을 더 느낀다.

그밖에 영양상태도 문제가 되는 바 비타민 A가 不足인 때에는 감수성이 적어진다. 또 light adaptation과 연령도 중요한 요소가 되는데 45歲 이후가 되면 감수성이 상승하여, 눈부심에 대하여 불편을 가져온다.

4. 연령의 영향

나이가 들게 되면 점차로 瞳孔의 크기, 調節 및 기타 눈의 生理的特徵에 變化(老化現像)가 일어나게 된다. 나이가 50歲가 넘으면 눈 속에 영향을 미치는 光體의 量도 감소되며 瞳孔의 크기도 점차 작아지게 되어서 망막에 선명히 結緣되도록 하여 주는데 있어서 사실 55歲이상이 되면 교정을 잘 한다 해도 결국에는 視力의 자연 감퇴가 오게 된다. 이유는 水晶體의 점차적 혼탁과 함께 눈부심에 대한 저항감소, 노안 현상이 점차 심하게 나타나기 때문이다. 그리고 종업원이 나이를 먹게 되면 주기적인 시력검사를 특히 근거리 시력검사를 하여 보는 것이 매우 중요하다. 40歲가 넘어 老眼이 나타나기 시작하면 돋보기를 사용하게 될 것이며 이러면 作業量도 감퇴되고 事故發生의 위험도 있을 수 있다. 그러기 때문에 이들

은 최소 2年마다 눈 검사를 하여 돋보기를 착용 하여(bifocal lens) 작업에 지장이 없도록 하여야 한다. 동일한 조명조건 하에서 결막에 도달하는 광원량을 비교하면 20歲때에 比하여 60歲에는 불과 2/3만이 도달한다. 그리하여 나이가 많은 종업원 앞에는 특별히 補助照明장치를 달아주든가 또는 擴大鏡장치등을 해 주어서 작업에 불편이 없도록 기업주는 특별한 관심을 가져야 한다.

5. 휘도의 균형과 색채의 중요성

作業物과 그 바로 주위와의 輝度 差가 심하면 종업원은 불편을 느끼게 된다. 밝기와 색깔 배합을 잘한다는 것은 눈의 피로를 덜어 주는데 중요한 것이다. 이러한 결론 때문에 현대의 산업장 기계 및 벽은 연하고 부드러운 감을 주는 페인트를 칠하게 되고, 여기에 균등히 照明되도록 設計되고 있는 것이다. 검사물(作業物 test object)과 바로 주위(immediate background)와의 최고 輝度比는 5:1까지 許容되고 있으며, 다시 조금 먼(surround)와의 比는 20:1까지 許容되지만 이 比率이 80:1을 넘으면 안된다.

6. 광원으로서의 전등 및 종류

가장 혼한 光源은 역시 太陽光源을 비롯하여 自然燈, 赤外線燈, 형광등, 수은등 등 여러가지가 있다. 이중에서도 太陽光源이 가장 좋은 光源이기는 하지만 그 밝기는 시간과 장소에 따라 일정

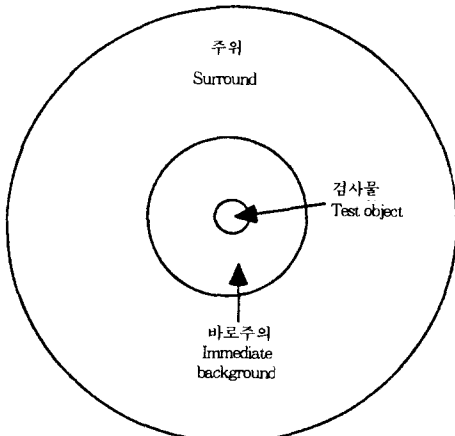


그림 3. 작업대의 조명적정도(검사물, 바로주위 및 주위 실내의 조명의 차이를 20:4:1의 비율로 한다)

치 않고 또 그 照度を 조절하기 어려운 결점이 있다. 그래서 電氣를 이용한 소위 人工照明으로 여러가지 電燈이 등장하게 되었다.

白熱燈: 白熱燈에서 나오는 빛은 그 속에 있는 필라멘트의 온도에 속한다. 필라멘트의 재료로서는 텅스텐을 많이 사용하고 있으나 그 밖에 산업장에서는 라듐이나 트리움등으로 합금하여 보다 좋은 것을 사용하기도 한다. 여기에는 여러가지 모델과 여러가지 색의 것이 있다. 램프안의 부분과 가스와의 화학작용을 방지하기 위하여 백열등 안에는 不活性의 가스를 채우는데 이러한 가스는 필라멘트 온도를 상승시키게 되어 더욱 밝은 등을 더욱 오래 사용할 수가 있는 것이다. 여기에 넣는 가스로서는 nitrogen이 처음 사용되었으나 요즘에는 argon(+약간의 nitrogen)과 특수 용도의 램프에는 krypton을 사용하기도 하여 신호등처럼 속히 點燈이 필요한 것에는 할로겐같은 가스를 넣기도 한다. 白熱燈의 75~80[%]는 赤外線을 에너지원으로 放射하는 등으로서 이 에너지의 대부분은 760~5,000(nm)의 不可視性 波를 갖고있다. 이러한 적외선 등은 5000시간을 이상을 사용할 수가 있다.

螢光燈: 일반적으로 짧은 시간의 직업에는 형광등이 白熱燈에 비하여 작업능률을 상승시키고 눈의 피로를 덜해 준다고 하지만 장시간작업에서는 백열등이 더 좋고 心理的으로도 따뜻한 느낌을 주는 燈이지만 동일한 照明效果에서 볼때에 白熱燈 200(W)가 형광등 40(W)에 비교되며 백열등은 약 4~5배의 전력소모가 있는 것이 흠이다. 이런 경제성 때문에 직장이나 공장내에서는 흔히 형광등을 많이 사용하고 있는 것이 현실이나 형광등은 수은아크에서 나오는 자외선 에너지에 의해서 그 속의 관에 칠한 형광등의 장점을 들면,

- ① 電力비용이 적게 든다.
- ② 전등수명이 길다.
- ③ 그림자가 안 생긴다.

간혹 형광등 속에서 자외선이 나오기 때문에 눈에 나쁘다고 잘못 알고 있는 사람도 있지만 실은 자외선은 등안에서 밖으로 나오지 않으며 전혀 눈에 해롭지 않다.

水銀燈: 점등속도를 빨리하기 위해 소량의 아르곤가스를 넣는 것 이외에는 모두 수은증기로서

채워진 특수등이고 수명이 길어서 야외용으로 많이 사용된다(옥외, 공원, 가로등, 주차장, 운동장 등). 이 밖에도 여러가지 燈이 있으나 여기서는 생략한다. 작업장에서 가까이 접근해 있는 백열 등에는 얼굴이나 몸이 직접 등에 안 닿도록 등 주위에 보호장치를 하는 것이 중요하다.

8. 조명의 양과 질

이상 기술한 것과 같이 照明的의 量, 즉 조도만으로 視環境의 좋고 나쁨을 결정할 수는 없고 量보다는 照明的의 성능 즉 조명의 質이 중요시되고 이에 대해 분석검토되어 가고 있는 것이 최근의 경향이다.

照明的의 質에는 시야내의 휘도환경이외에 조명의 색, 그림자의 상태, 광원의 유무, 플리커 등 여러가지 문제가 포함되어 있으나, 현재 가장 문제가 되는 것은 눈부심의 문제이다. 시야내에 특히 높은 휘도의 것, 예를 들면 광원의 불빛이 있으면 현저하게 물체를 보기 어렵게 될 뿐 아니라 불쾌감이 일어 나는 현상이다.

따라서 인공조명의 경우는 광선에 의한 눈부심의 정도가 조명의 효과를 좌우하는 가장 큰 요인이 된다.

안과에서도 수술할 때 근년 수술현미경을 많이 쓰기 때문에 이 수술현미경의 광원에 한해서 사용되는 수술기구가 반사되며 눈부심을 일으키기 때문에 큰 지장을 준다.

따라서 이런 눈부심을 없애기 위해서 microsurgery용 수술기구는 광택이 없고 빛을 반사하지 않는 non-glare로 만들어져서 사용되고 있다.

9. 완화조명의 문제

상설보조조명이 더욱 필요한 것은 최근발달된 지하도나 자동차도로터널의 입구부근이다. 밖의 태양광선의 30,000[lx]의 밝은 조도에 비해 터널은 50[lx], 지하도에서는 300[lx]정도가 보통이다.

따라서 地上에서 터널 内部에 들어갈때는 約 1/1000~1/100의 밝기의 차이가 일어나기 때문에 눈의 순응이 쫓아가지 못하고 수초간의 실명 상태가 일어날 수 있다. 특히 자동차터널의 경우

는 중대사고의 원인도 될 수 있어 입구부근의 밝기의 차이를 사람 눈의 순응이 쫓아가는 정도로 완화하기 위해서는 증설등으로 더 밝게 하는 것이 순응은 1~2초로 끝남으로 그리 문제는 되지 않는다. 따라서 터널 입구 같은 것은 극단적인 예이지만 보통의 조명시설에서도 출입구 부근에서 현저한 밝기의 차가 생기는 장소에는 이러한 완화조명을 고려하는 것이 좋다. 영화관 같은데서 경험하는 것이지만 밝은 곳에서 어두운 곳으로 갑자기 들어갔을 때의 소위 暗順應(dark adaptation)은 30~60분이 걸려야 완전히 이루어진다. 반면 어두운 곳에서 밝은 곳으로 나갈 때의 明順應(light adaptation)은 1분이면 완성된다.

또한 영화관에서 장내를 어둡게 할 때도 갑자기 불을 끄는 것 보다는 서서히 어둡게 하는 것이 좋고, 百貨店에서는 1층은 특히 밝게 해야 손님 많이 들어오게 되고, 또 지하차고 등 지하도 낮의 입구는 특히 밝게하는 것이 필요하다.

10. 상설 보조조명

快適性이나 明視性이라는 문제는 금후의 照明的의 방향을 左右하는 큰 문제이지만 최근 새로운 照明明方法이 개발되었다. 그중 하나가 P.S.A.L.L.I. (Permanent Supplementary Artificial Lighting of Interior)라는 것이 있는데 常設補助照明明이라고 부를 수 있다.

최근의 건물은 冷煖房 등의 관계로 천정이 낮고 안이 깊은 房을 만드는 경향이 있다. 이럴 때 窓가의 平均照度가 500[lx] 程度로 照明明되어 있어도 窓가의 밝기와 房의 깊숙한 내부의 밝기의 차이가 심해진다. 따라서 平均照度가 500[lx] 정도로 조명되어 있어도 窓가가 너무 밝기와 때문에 실내의 안쪽이 어둡고 불쾌감이 생기며 눈의 움직임에 따라서 順應輝度가 변하므로 눈의 疲勞를 일으킨다.

이것을 시정하기 위해서 낮에만 房의 안쪽을 重點的으로 照明明하는 시설을 해서 실내의 輝度的 밸런스 유지하는 點明方法이 常設補助照明明이다.

이때까지의 생각은 「밤에 어두우니까 照明明한다」라는 것이 常識이었지만 이런 생각 「낮에 너무 밝으니까 照明明한다.」는 方向으로 변화된 것이

주목된다.

11. VDT증후군

컴퓨터단말기 사용에 따른 시력장애와 눈증상에 대하여 직업병으로 인정해야 하느냐에 대해서는 오늘날 세계 각국의 화제가 되고 있다.

사실 과거 몇년동안 사무전산자동화, 가정전산자동화 또 학교교육에서도 컴퓨터교육의 의무화가 우리나라에서도 시행하게 됨에 따라 컴퓨터단말기(VDT)증후군은 계속 논란이 될 것으로 본다. VDT란 Visual 또는 Video Display Terminals의 약자로서 시각표시단말기라고 번역할 수 있다.

텔레비전의 브라운관(CRT)으로 알려진 화면에 암흑색 또는 회색의 배경위에 주사(走査)하는 선명한 녹색, 적색, 황색, 자색, 청색등의 칼라로 된 단수 내지는 복수의 색채로 조립되며 선명한 인형광을 띄운 문자나 숫자 또는 도형 등의 표시의 초근대적인 사무기기의 하나로서, 텔레비전과는 달리 50(cm) 거리 정도의 가까운 거리에서, 이를 계속 주시하는 직종이기때문에 시력의 부담이 커지는 작업이 되는 것이다.

컴퓨터눈병으로서 그동안 알려진것을 소개하면 우선 자각증상으로서의 시력저하, 눈의 피로, 눈의 조절력저하, 아물거리는 희미한 시력및 색각의 이상현상을 호소하고 있으며 그 밖의 두통, 팔목 어깨의 통증, 식욕부진, 위통, 변비, 생리불순, 열감, 냉감, 흥부 압박감, 불안감, 신경증, 초조감등이 보고되고 있다.

그밖에 기질적 변화로서는 누액량감소로 인한 표재성각막이란, 고령자에서의 안압상승 유발, 전리방사선에 의한 백내장(증례보고가 있으나 실제로는 문제가 않됨) 동공의 이상, 조절폭주의 이상, 근시의 진행 내지는 악화를 들 수가 있다.

또 어린이들의 비디오게임은 본인이 흥미를 갖고 하기 때문에 성인의 VDT와는 기본적으로 틀리지만, 근시 아동에서도 때론 게임전후에 시력감퇴현상과 근시화현상이 나타난 예를 외국에서는 보고되고 있다. 또 이들에게는 안정피로, 눈물흘림, 구결막출혈, 건조감, 눈부심, 눈의 아픔등이 주된 호소이기도 하다.

이러한 VDT증후군의 예방대책으로서는 우선

작업환경의 개선이 필요하다. 즉 화면에 등이나 창문의 반사가 안생기도록 위치설정을 잘함과 동시에, 실내조명의 밝기도 최소 300(젊은층)에서 1500[lx](중·고령층)으로 해주고(평균 700[lx]), 작업자세의 편안함, 실내공기의 정화및 적당한 온습도 조절이 필요하다. 또 작업시간은 1시간 작업에 10~15분 휴식을 하든가, 아니면 3시간 작업후 1시간 휴식, 아니면 교대제등이 이상적이다. 한편 이들 사용자에 대하여는 컴퓨터사용의 강좌와 함께 눈보호를 위한예방, 위생교육도 함께 시행함으로써 예방에 큰 도움을 주며 산업장이나 직장에서는 VDT 증후군 예방을 위한 이상기술한 환경조건과 작업조건을 면밀히 검토하여 개선해 주고 주기적인 정검감독을 함으로서 작업의 능률화는 물론 직업병논란의 문제를 사전예방하는 지름길이 되는 것이다.

12. 결 론

照明이 人間生活에 미친 영향과 눈에 미치는 여러가지 문제점 등과 한편 VDT증후군에 따르는 눈의 영향 등에 대해서 생각해 보았다. 또한 최근 照明에 대한 개념이 生産性 向上을 우선으로 한 明視論的 照明에서 人間生活의 快適性우선의 照明으로 바뀌어가고 있는 이때에 여기에 연 관해서 照明의 量(照度)보다도 照明의 질에 重點을 두는 傾向에 따라서 밝기의 測定도 照度보다 輝度쪽으로 변하고 있다고 보겠다.

이렇듯 照明에 대한 생각도 照度나 輝度の 物理量 자체보다는 눈의 順應이나 快適性を 중심으로 한 人間중심으로 바뀌어가고 있다고 하겠다.

참 고 문 헌

- 1) 김재호: 視覺勞動과 環境條件(II). 韓國의 産業醫學(제 15권 4호 1976년).
- 2) 이상욱: 눈과照明. 韓國의 産業醫學(제14권 4호 1975)
- 3) 김재호: 눈의 건강, 청림 출판사(1988).
- 4) 김재호: 컴퓨터 단말기(VDT) 작업과 눈의 증상. 1992.
- 5) Fox, S.L.: Industrial and Occupational Ophthalmology, C. C. Thomas, 1973.