■ 研究論文

Journal of the Human Engineering Society of Korea
Vol.11, No.1, 1992

二眼式 立體映像 觀察時 調節과 瞳孔機能에 관한 人間工學的인 硏究

An Ergonomic Study on Visual Accommodation and Pupil Functions during the Observation of Binocular 3-D images

조 암*

ABSTRACT

To put the binocular 3-D images system into practical use, it is required to investigate the relationship between the system and men and to make ergonomic evaluation of the system. In this study, we perform a comparative analysis of the changes in the accommodation and pupil functions before and after observing binocular 3-D images as the visual distance varies. From the experiment, we obtained the following results : (1)The discordance in the distance informations on the accommodation and pupil functions when observing 3-D images is compensated by the miosis and altering the focal depth. (2)From the consideration of the effect of the visual distance condition on the visual functions, it is thoughth that the visual functions are stabilized at the dark focus in the sense that the changes in the tension and relaxation after observing the 3-D images are minimized.

1. 서 론

立體映像의 기술이 醫療分野나 設計應用, 工學, 教育등의 각종 산업에서 이용될 수 있게 적극적인 연구가 행해지고 있다[17,18]. 立體映像 기술에는 여러가지 방식이 있으나 현재 主流가 되고 있는 것은 二眼式 立體映像이다. 二眼式 立體表示 시스템은 兩眼視差를 이용하고 있다. 그러나 이 시스템은 인간의 立體視에 관여하는 모든 深度知覺要因을 재현시킬 수 없으며 몇가지의 문제점 중에는 映像의 제시조건이나 觀察조건에 따라 立體視가 곤란하거나 觀察者의 시각계에 많은 부담을 줄 수 있는 점도 있다. 이 시스템이 인간의 生理特性과 밀접한 관계가 있는 이상, 인간의 기능에 적합하게 하지 않으면 안될 것이며 나아가 인간의 기능에 과대한 부하를 강요 하는 것이 되어서는 안될 것이다. 따라서 二眼式 立體映像을 실용화하기 위해서는 이 시스템과 인간의 관계를 명확히 할 필요와 인간을 포함한 시스템으로서 人間工學的인 評價를 해야할 필요성이 있다.

* 東國大學校 工科大學 産業工學科

2. 從來의 硏究

최근의 二眼式 立體映像의 人間工學的인 연구는 立體映像을 자극으로 하여 視覺誘發電位(VEP)의 연구[1]와 立體映像의 제시조건을 변화시킨 경우에 있어서 調節反應時間의 변화[3], 視認性의 良否등 눈의 피로에 대한 평가방법의 연구[5]등이 행해지고 있다. 이러한 二眼式 立體映像의 人間工學的인 연구는 인간측에서의 立體視에 관한 기능측정의 개발과 또한 여러가지의 측정방법에 따라 인간기능의 피로 정도를 정량화하는 것이었다. 이는 보다 인간의 기능에 적합한 立體映像表示를 위한 평가의 기준을 명확히 하기 위한 意圖이다. 지금까지의 연구에서는 화면보다도 튀어나오게 보이는 立體映像을 注視할 때에 輻輳는 像再現位置 부근에 움직인다고 알려져 있으나 調節은 畫像提示位置에 움직이고 있는지 혹은 像再現位置에 움직이고 있는가에 대해서는 명확히 알려져 있지 않다. 또한 調節과 輻輳에서 輻輳機能이 거리정보를 얻는데 優位로 활약한다고 알려져 있다.

輻輳機能이 畫像再現位置에 움직인다면 調節機能과 輻輳機能과의 사이에 자연시에서는 없는 불균형적인 상황이 생기므로 焦點調節時에 두 기능에 무엇인가의 부담이 걸인다. 거리정보의 不一致에 의해 생기는 눈의 負擔은 관찰후의 調節機能에서 어떠한 형태로 나타나리라고 생각된다. 이점에 대해서 지금까지 二眼式 立體映像을 긴 시간동안 관찰한 후에는 眼球調節機能에서 緊張時間 遲延에 영향을 보인다는 보고가 되어지고 있다[18,19].

그리고 視差와 제시시간동안 제시조건을 바꿈으로서 眼球調節機能에 영향을 준다는 것이 보고되었다[3,19]. 본 연구도 이러한 연구의 일환으로서 二眼式 입체표시 시스템과 가장 관계가 깊은 인간의 視機能중에서 輻輳, 調節, 瞳孔反應의 3機能의 平衡關係에서 立體映像을 평가할 방법을 고찰하여 보았다.

3. 硏究의 目的

일반적으로 자연적인 立體視에서는 눈의 輻輳와 調節機能이 생리적으로 連携하여 深度距離의 검지기능 役割을 맡고 있다고 한다[8]. 그러나 二眼式 立體映像 관찰시에는 輻輳에 대한 거리정보가 像再現位置에 따라 변화하는 데 대해, 調節에 대한 거리정보는 映像이 비추어져있는 스크린 像에 고정되어 있다. 그리고 視距離라는 觀察條件을 변화시켜 그때의 二眼式 立體映像 관찰후의 調節과 瞳孔機能의 변화를 비교·검토하였다. 그 결과에서 二眼式 입체영상을 관할할 때에 調節과 瞳孔의 두 기능이 어떻게 작용하는가를 명확히 하고 인간의 視機能이 보다 자연시에 가까운 상태에서 작용하는 二眼式立體映像의 관찰조건을 명확히 하는 것이 본 연구의 목적이다.

4. 實 驗

실험에서는 입체영상 관찰시의 視距離를 파라메트로 한 실험을 하였다. 그리고 視機能에 미치는 負擔을 定量化하기 위하여 입체영상 관찰후의 調節과 瞳孔反應을 측정하고, 관찰후의 調節과 瞳孔波形에서 파라메타에 따른 변화가 보이는가 어떤가를 비교·검토하였다.

4-1. 提示系

4-1-1. 提示映像

提示映像은 컴퓨터로 작성하였다. 視標는 화면상에서 視角 2度의 白色正方形으로 하고 배경은 視角 5度의 黑色 正方形으로 구성하였다. 視標의 中心部에는 赤, 青, 綠의 3가지 色으로 변화하는 注視点을 두었다. 視距離의 변화에 따라 視標와 背景과의 視角, 輝度, 콘트라스트 比를 조정하였고 視角系에 주어지는 刺戟은 항상 一定하게 되게끔 설정하였다.

4-1-2. 負荷方法

刺戟映像을 提示하기 위해 液晶샷다를 피실험자에게 裝着시키고 필드周波數 60Hz의 二眼繼時式 立體 TV를 사용하였다. 視標(視角 2度의 長方形)에 0.5度의 視差를 주어 立體映像을 4秒間, 平面

映像을 2秒間, 교대로 합계 10分間 제시하여 負荷하였다. 피실험자의 頭部는 턱받침대에 固定시키고 視距離 40cm, 100cm, 300cm 에서 관찰하게 하였다.

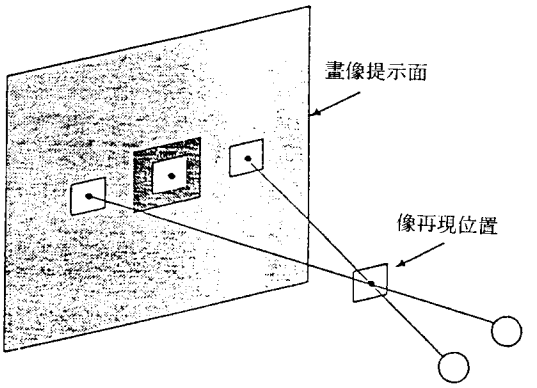


그림 1. 提示畫面과 視標再現像

4-2. 實驗의 方法

4-2-1. 實驗의 測定裝置

본 실험에서의 시스템 構成은 그림 2와 같다.

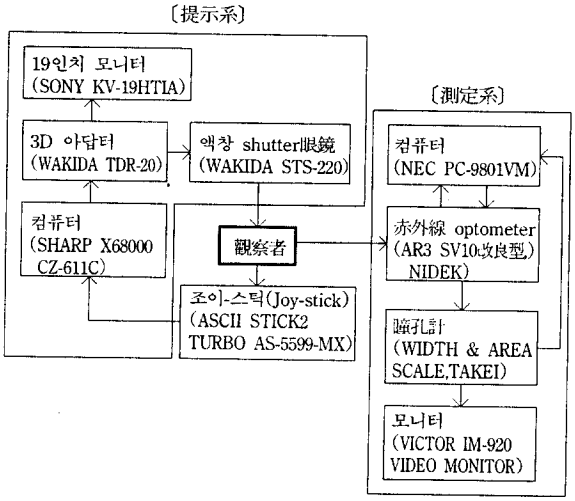


그림 2. 實驗에서의 시스템 構成

4-2-2. 測定條件

측정조건은 다음과 같다.

1) 피실험자는 眼位, 立體視, 調節機能이 正常이며 裸眼視力 1.0이상을 가진 여학생 6명을 선택하였다.

2) 照度는 視距離가 변화하더라도 피실험자의 관찰위치에서 약 100 Lux가 되게끔 설정하였다.

3) 映像提示位置는 40cm (1.5 dtp.), 100cm (dtp.), 300cm(0.3 dtp.)로 설정하였다(그림 3). 이때 調節의 安靜位와 같은 위치라고 생각되는 각 피실험자의 Dark Focus를 측정하고 그 평균치인 1.1 dpt.(거리로서는 약 90cm)를 調節 安靜位로 하였다.

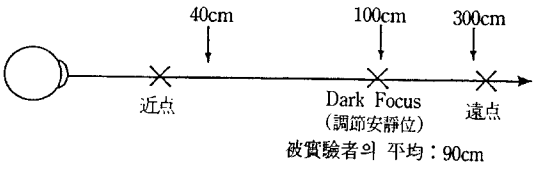


그림 3. 視距離 條件

4) 視差는 視距離가 변화하여도 배경과 視標의 視差가 0.5度가 되게끔 설정하였다. 立體映像에 있어서 視標의 再現位置를 視距離 40cm에서는 제시화면에서 2cm, 視距離 300cm에서는 22cm, 視距離 300cm에서 87cm로 하였다.

4-2-3. 實驗의 順序

실험은 그림 4와 같은 순서로 하였다.

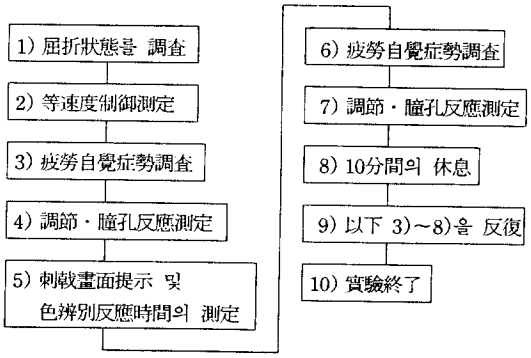


그림 4. 實驗의 順序

〈실험에서 각 순서의 설명〉

1) 먼저 피실험자의 右眼의 屈折狀態를 赤外線 오프토 메타로 조사하고, 그 값에서 等速度制御測定에 사용하는 視標(스타 바스트)의 기준위치를 설정하였다. 설정은 測定値 + 2 dioptor로 하였다.

2) 赤外線 오프트 메타로서 等速度制御測定을 하고, 피실험자의 調節力과 Dark Focus를 計測하였다(그림 5). 이 결과에서 調節스탭應答測定을 이용하여 調節遠点과 調節近点의 값을 설정하였다. 측정에 이용한 遠点刺戟은 피실험자의 調節遠点보다 1 dioptor가깝게, 近点자극은 1 dioptor멀리 설정하였다.

3), 7) 負荷後의 自覺的인 疲勞를 조사하기 위하여 疲勞自覺症狀調査를 刺戟映像提示의 前後에 하였다.

4), 6) 調節스탭應答測定을 하면서 調節, 瞳孔反應을 測定하였다.

5) 피실험자에게 제시하는 刺戟映像提示 및 관찰조건은 순서효과를 없애기 위하여 무작위로 설정하였다. 영상제시는 19인치 TV 모니타를 사용하였고 10분간 제시하였다. 피실험자에게 映像의 視標의 중앙을 주시하도록 教示하였다.

8) 시기능을 회복시키기 위하여 10분간 休息을 취하게 하였다.

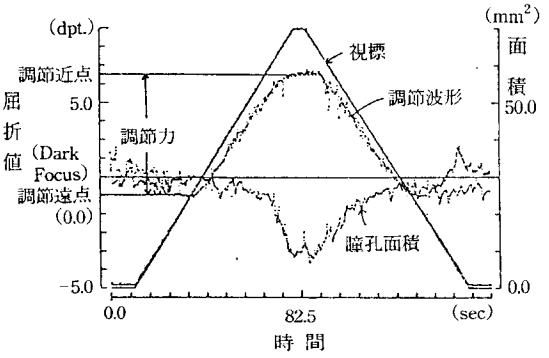


그림 5. 等速度制御測定記錄圖

4-2-4. 測定項目

(1) 調節機能(accommodation)

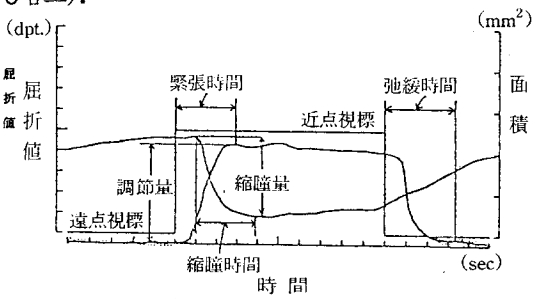
眼球調節機能의 측정은 스탭법에 의해 측정을 하고 컴퓨터 制御에 의한 赤外線 오프토 메타로서 피실험자의 右眼에 대해 조사하였다. 調節刺戟의 視標로는 스타바스타를 사용하였다.

(2) 瞳孔機能(pupil)

調節機能의 측정과 동시에 瞳孔面積의 변화를 瞳孔計로서 측정하였다.

〈調節스탭應答測定〉

스탭법으로서 調節刺戟을 遠近 각각 5회씩 제시하였고 調節緊張弛緩反應 및 瞳孔面積變化를 측정하였다. 각 피실험자의 調節遠点, 近点은 等速度制御測定으로 구한 調節力으로 定하였다. 측정에서 구한 5개의 調節波形의 平均波形에서 緊張時間, 弛緩時間, 調節量을 計測하였다. 또한 瞳孔波形에서 縮瞳時間과 縮瞳量을 계측하였다(그림 6참조).



注) 調節量=近点平均屈折値-遠点平均屈折値

그림 6. 調節스탭 應答測定記錄圖

2. 實驗의 結果

실험에서의 解析項目은 다음과 같다.

1) 調節機能 -(1) 調節緊張時間 (2) 調節弛緩時間
(3) 調節量

2) 瞳孔機能 -(1) 縮瞳量

調節스탭應答測定의 결과 얻어진 데이타는 표 1에 나타내었다. 각 解析項目은 視距離 40 cm, 100cm, 300cm의 조건하에서 負荷後의 調節·瞳孔機能의 變位를 비교검토 하였다. 그라프는 X축에 관찰조건으로 Y축에 負荷後의 變位로 하여 負荷後의 調節과 瞳孔機能의 變位를 나타내었다. 나타낸 값들은 피실험자 6명의 평균치이다.

표 1. 負荷後의 調節과 瞳孔反應의 變位

視距離	緊張時間 (msec)	弛緩時間 (msec)	調節量 (dtp.)	縮瞳量 (mm^2)
40cm	80	313*	-0.01	-0.79
100cm	80	73	-0.09	0.52
300cm	253	-67	-0.07*	2.24*

주) *는 t 檢定에서 5% 水準의 有意差를 얻은 데이타이다.

5-1. 調節機能

각 調節機能에 관한 調節스탭反應測定의 해석 결과는 다음과 같다.

5-1-1. 調節緊張時間

負荷後의 調節緊張時間의 變位에 관해서는 視距離 40cm와 100cm에서 약 100msec 遲延되었으나 커다란 변화가 보이지 않았다. 그러나 視距離 300cm에서는 약 250msec 정도의 현저한 遲延이 나타났다(그림 7). 視距離 300cm의 데이타에 관해서는 t 檢定의 결과 5% 水準에서 有意差가 있었다(표 1).

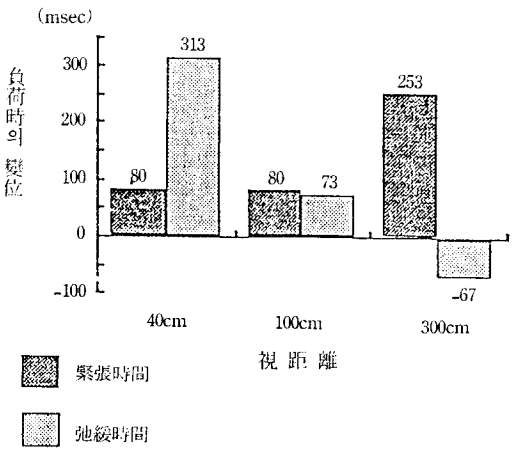


그림 7. 調節緊張弛緩時間의 變位

5-1-2. 調節量

負荷後의 調節量의 變位에 관해서는 視距離 40cm에서 0.01 dpt.의 減少가 보였으나 변화가 거의 보이지 않았다. 그러나 視距離 100cm에서는 0.09 dpt., 視距離 300cm에서는 0.07 dpt.의 減少가 보였다(그림 8).

視距離 300cm의 데이타에 관한 t 檢定 결과 5% 수준의 有意差가 있었다(표 1). 視距離 100cm와 300cm에서 관찰한후, 調節波形의 변화를 비교해 보면 視距離 100cm에서는 近点刺戟에 대해서 波形이 먼쪽으로 이동하는데 비해 遠点刺戟에 대해서는 波形이 負荷前과 변화가 없으며 전체로서는 調節量이 감소하고 있다. 이에 대해 視距離 300cm에서는 近点刺戟에 대한 波形이 먼쪽으로 이동하는데 비해 遠点刺戟에 대한 波形도 항상 먼쪽으로 이동하고 전체적으로 調節量이 減少하고 있다. 여기서 近点刺戟에 대한 平均屈折値의 變位를 비교해보면 視距離 100cm에서 0.09 dpt.의 減少로서 調節量의 變位와 一致하지만 視距離 300cm에서는 0.15 dpt.의 減少로서 視距離 300cm에서 현저한 減少가 보였다.

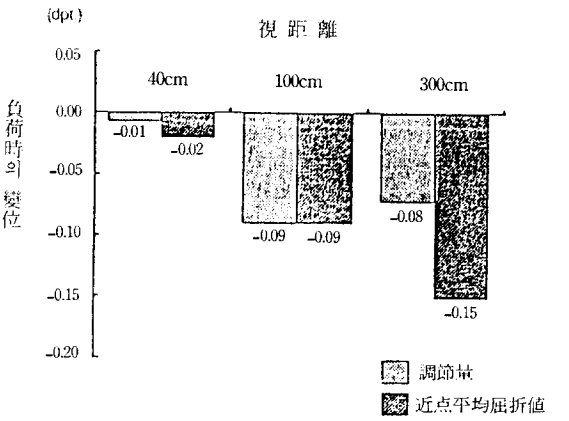


그림 8. 調節量의 變位

5-2. 瞳孔機能

負荷後의 調節波形을 보면, 모든 視距離條件에서 負荷前과 비교해 피실험자 모두 波形에 分散이 컸다. 이는 立體映像 관찰시 관찰자의 瞳孔機能이 어떠한 형태로서 적극적으로 참여하고 있음을 示唆하는 것이라 생각된다. 또한 이러한 波形의 分

散은 各視距離條件에 따라 變化가 달라지며 視距離條件의 다름이 입체관찰시의 瞳孔機能에 어떠한 영향을 끼치고 있음을 고찰할 수 있다.

5-2-1. 縮瞳量

負荷後의 縮瞳量 變位에 관해서는 視距離 40cm에서는 0.8mm² 감소하는데 대해 視距離 100cm에서는 0.52mm²로 약간 증가하고 視距離 300cm에서는 2.24mm²로서 현저한 縮瞳量의 증가가 보였다(그림 9). 視距離 300cm에서의 數値에 대해 t 검정을 한 結果 5% 수준에서 有意差가 있었다(표 1).

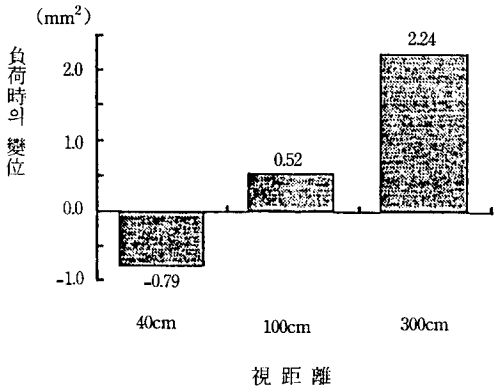


그림 9. 縮瞳量의 變位

負荷後의 각각의 瞳孔波形을 비교해 보면, 모든 視距離에서 관찰한 후의 瞳孔波形은 縮瞳의 경향이 있으며 전체적으로는 아래로 이동하고 있음을 알았다. 이 경향은 視距離 40cm에서 가장 크며 視距離 40cm에서는 映像提示位置가 近点에 가깝게 刺戟이 주어지기 때문에 관찰중에 瞳孔이 가깝게 보는 반응을 나타내어 縮瞳한 상태로 된 것이라 생각되어진다(그림 11).

그러나 遠点인 視距離 300cm에서도 같은 경향이 보이기 때문에 단순히 가깝게 보이는 反應의 영향때문이라고는 생각되지 않는다. 負荷後의 調節스텝應答測定에 있어서 視標로 향한 焦點調節에 瞳孔機能이 무엇인가의 役割을 하고 있는 것으로 고찰된다. 또한 視距離 300cm에서는 관찰후의 瞳孔波形에서 近点刺戟에 대해 현저한 縮瞳量의 증가와 縮瞳狀態의 지속적인 형태가 나타났다(그림 14,15). 그림 14의 波形에서 알 수 있는 바와 같이 負荷前의 瞳孔波形에서 近点刺戟의 제시에 대해 가깝게 보는 것과 같은 一時的 縮瞳이 보이나 調節機能의 安定과 같이 그 縮瞳은 평상시의 상태로 되돌아가는 움직임이 보였다. 이에 대해 視距離 300cm에서의 負荷後의 瞳孔波形(그림 15)에 있어서는 近点刺戟을 제시하는 중에 縮瞳狀態의 持續이 보였다.

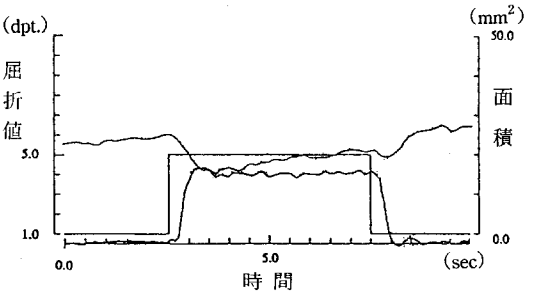


그림 10. 視距離 40cm의 負荷前의 調節, 瞳孔波形

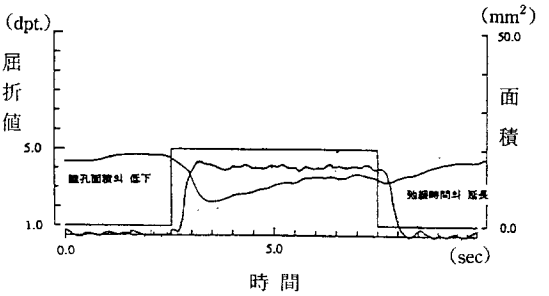


그림 11. 視距離 40cm의 負荷後의 調節, 瞳孔波形

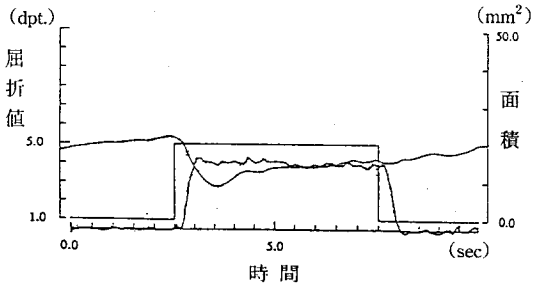


그림 12. 視距離 100cm의 負荷前의 調節, 瞳孔波形

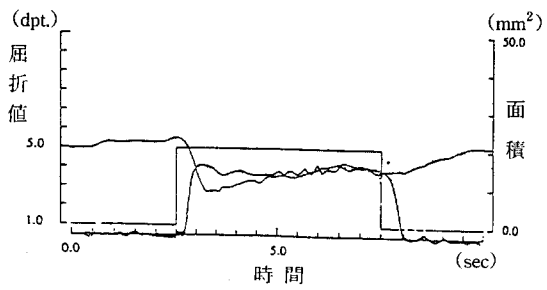


그림 13. 視距離 100cm의 負荷後의 調節, 瞳孔波形

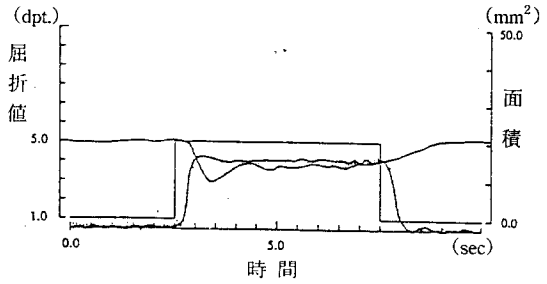


그림 14. 視距離 300cm의 負荷前의 調節, 瞳孔波形

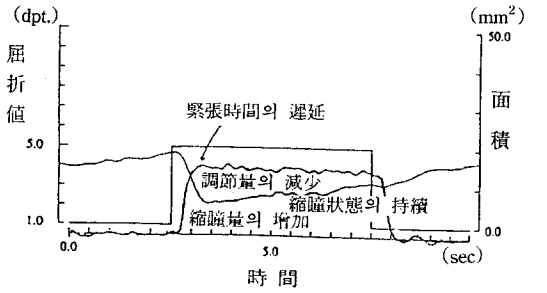


그림 15. 視距離 300cm의 負荷後의 調節, 瞳孔波形

6. 考　察

6-1. 調節機能의 神經支配

종래의 생각에서는 調節遠点에서 調節機能이 가장 安靜이 되며, 調節遠点보다 가까운 자극에 대해서는 항상 副交感神經이 優位로 작용하며 調節機能은 긴장한 상태라고 생각되어왔다. 이에대해 이 調節의 二重神經支配라는 생각은 調節의 安靜位가 調節遠点보다도 1~3 dpt. 가깝게 되며 그 前後에서 交感神經과 副交感神經의 均衡狀態가 변한다는 생각이다[5, 9, 10].

調節安靜位란 調節系에 대한 자극이 전혀 없다고 假定한 때의 調節狀態이므로 交感, 副交感神經의 균형이 잡힌 상태라고 생각된다. 이 調節安靜位는 현재로서는 개념적인 것으로서 통상Dark Focus (완전히 어두운 곳에서의 調節狀態)를 대신하여 사용하는 것이 타당하다고 알려져 있다. 본 실험에서는 피실험자들의 Dark Focus를 측정하고 그 값을 가지고서 調節安靜位의 값으로 대신하였다. 본실험에서 피실험자의 Dark Focus의 평균치가 1.1 dpt. 였으며 거리로는 90cm의 위치가 되었다. 調節安定位보다 가까운 자극을 視距離 40cm, 調節安靜位置 부근의 자극을 視距離 100cm, 調節安靜位보다 먼 자극을 視距離 300cm로 設定하였다. 瞳孔機能도 二重神經支配를 받고 있는 것으로 알려져 있다[13]. 瞳孔括約筋은 副交感神經(動眼神經)에 지배되고 그 收縮에 의해 瞳孔의 縮瞳이 일어나는 것에 대해 瞳孔散大筋은 交感神經에 지배되고 그 收縮에 의해 瞳孔의 散瞳이 일어난다. 즉 瞳孔反應도 調節機能과 마찬가지로 이 兩者의 임펄즈(Impulse)의 균형관계에 의해 일어나는 것이라 할수 있다.

6-2. 調節緊張弛緩反應

표 1에 나타난 결과를 보면 緊張時間은 視距離 300cm에서 約 250msec의 遲延이 보이나, 視距離가 짧아질수록 變位가 減少하는 경향이 있다. 弛緩時間에 있어서는 반대로 視距離 40cm에서 約 300msec의 延長이 보이며 視距離가 멀수록 變位가 減少하는 경향이 있었다. 즉, 負荷後의 緊張時間의 變位와 弛緩時間의 變位는 視距離 100cm 前後에서 送轉하며 視距離 100cm에서 가장 安定이 되는 것을 알 수 있었다.

따라서 立體映像의 負荷에 의해 일어나는 調節緊張弛緩反應의 변화와 視距離條件의 관계에 있어서는 다음과 같이 고찰할 수 있었다.

먼저 緊張弛緩反應의 변화가 현저한 視距離 40 cm, 300cm는 緊張, 弛緩의 兩者에 변화가 일어

나는 것이 아니고 한편의 機能만에 변화가 보였다.

이와 같은 변화는 視距離라는 파라메타의 변화에 의해 한편의 機能만이 영향이 있었다는 것을 示唆하는 것으로 생각된다. 이것은 兩反應에 提携하는 毛樣體筋이 두개의 筋纖維의 拮抗한 균형상태에 있다는 것으로도 명확히 알 수 있다. 이와 같은 緊張弛緩時間의 변화는 단지 末梢의 毛樣體筋의 피로를 의미하는 것으로 생각하기 보다는 兩者의 균형상태가 視距離의 변화에 의해 한편으로 치우친 상태에 있다고 생각하는 것이 타당하다고 思慮된다.

다음으로 피실험자의 Dark Focus에 가장 가까운 자극인 視距離 100cm 前後에서 緊張에 대한 영향과 弛緩에 대한 영향이 변화한 결과를 얻었으나 이는 調節의 二重神經支配의 생각과 일치하는 것이라 말할 수 있다. 調節安靜位보다 가까운 자극인 視距離 40cm에서는 緊張에 대한 자극이 강하고, 副交感神經이 강하게 흥분한다고 생각된다. 그러므로 관찰후의 調節스탭應答測定에 있어서 그 흥분의 持續에서 近点刺戟에 대한 緊張의 遲延은 없었으나 遠点刺戟에서 弛緩에 遲延이 있었다고 생각된다. 그리고 調節安定位보다도 먼 자극인 視距離 300cm에서는 交感神經 흥분이 크며 관찰후에 그 흥분이 남아 있으므로 遠点刺戟에 대한 弛緩의 遲延이 없었으나 近点刺戟에 대해서는 緊張에 遲延이 있었다고 생각된다. 이러한 것으로 생각하면 입체영상 관찰후에 보이는 調節緊張弛緩反應의 변화는 視距離 100cm 즉 Dark Focus 부근에서 安定할 수가 있다. 이러한 변화는 末梢의 毛樣體筋의 변화라는 생각보다 中樞에서의 距離情報의 處理課程의 영향이 交感, 副交感에서의 感覺變換이라고 불리우는 光에너지의 神經 임펄즈(Impulse)가 다르게 나타나는 것으로 생각되어진다. 이와 같은 것은 讀書나 VDT作業後에도 나타나는 현상으로 立體映像 관찰후에만 나타나는 현상은 아니다. 그러나 이러한 현상은 입체영상 관찰후가 평면영상의 관찰후의 것보다 강하게 나타났다. 이점에서 입체영상 관찰후는 緊張弛緩反應에 현저한 반응이 나타난다는 것은 입체영상 관찰시의 輻輳와 調節에 대한 距離情報의 不一致가 中樞에서의 兩神經에 대한 임펄즈의 역할에 영향을 끼치고 있음을 示唆한다고 생각된다. 이와 같은 변화가 立體映像 관찰후 눈의 피로감과 관계가 있다고 한다면 緊張, 弛緩時間의 變位가 적은 調節安靜位가 입체영상 관찰에 보다 적합한 視距離라고 할 수 있겠다.

6-3. 調節, 瞳孔機能의 均衡關係

立體映像 負荷時의 調節, 瞳孔機能의 관계를 알기 위하여 관찰후의 調節스탭應答測定에서 兩波形의 변화를 비교한 결과 다음과 같은 경향을 알수 있었다. 調節量은 視距離 40cm에서 變位가 적었으며, 視距離 100cm와 視距離 300cm에서 調節量의 큰 減少가 보였다. 縮瞳量은 반대로 視距離 300cm에서 變位가 가장 컸고, 視距離가 멀수록 증가하는 경향이 보였다. 즉 調節機能은 視距離가 멀수록 低下하는 경향이 보였다. 그러나 瞳孔機能은 視距離가 멀어짐으로 활발화하는 경향이 있음을 알았다. 다음으로 負荷後에 변화가 가장 큰 視距離 300cm에서의 調節波形과 瞳孔波形을 비교해보면 스탭反應測定時의 近点刺戟에 대해, 調節波形에서는 平均屈折値에 현저한 減少가 보였다. 그러나 瞳孔波形에서는 縮瞳量이 증가하며 縮瞳상태의 상태가 지속하였다(그림 15 참조). 이러한 점들에서 고찰해보면 입체영상의 負荷에 의해 調節機能은 低下하였고, 負荷後의 焦點調節에 있어서는 調節機能을 돕기 위하여 瞳孔機能이 활발화 한다고 할 수 있다. 負荷後의 瞳孔波形에서는 모든 視距離에서 縮瞳의 경향이 보이며 波形이 전체적으로 아래로 이동하는 것으로 나타났다. 이는 입체영상 관찰시에 瞳孔의 縮瞳에 대해 中樞에서의 임펄즈(Impulse)가 강하게 나오는 것으로 고찰할 수 있다. 즉, 입체영상 관찰시에 輻輳에 대한 距離情報와 調節에 대한 距離情報가 다르므로 焦點調節에서는 中樞에서의 정보처리과정에서 負擔이 걸린다. 이로 起因한 調節位置의 어긋남은 瞳孔機能이 縮瞳하고 焦點深度를 바꾸는 것으로 補正한다고 생각된다. 입체영상 관찰시의 視距離 조건을 평가해 보면 視距離가 멀어짐으로 調節, 瞳孔機能의 負擔이 커진다고 생각된다. 그러나 이는 단지 視距離라는 관

찰조건에 의한 것이 아니고 視距離의 변화에 의한 映像提示位置와 像再現位置와의 距離差가 커지며 그 距離의 不一致에 의해 焦點調節 때에 調節, 瞳孔機能에의 부담이 커졌기 때문이라 생각된다.

이와 같은 調節, 瞳孔機能에의 부담은 調節, 瞳孔의 二重神經支配의 說에서 단지 末梢의 근육에 대한 負擔을 의미하는 것이 아니고 輻輳와 調節에 대한 距離情報가 一致하지 않는 不自然한 상황에서 焦點調節의 指令을 보내는 中樞에의 負擔이라 생각할 수 있다. 映像提示位置와 像再現位置의 距離差는 視距離를 일정한 경우 視差의 변화에 의해 바꾸어 진다고 생각된다.

7. 結 論

본 연구는 二眼式立體表示시스템에 관한 人間工學的 연구의 일환으로서 이러한 시스템과 인간의 機能과의 관계를 二眼式立體映像 관찰시의 視覺特性에서 명확히 하려는 것이다. 그리고 이 시스템에서 가지는 輻輳와 調節에 대한 距離情報의 不一致라는 문제에서, 관찰시 가까운 거리에 있어서의 輻輳, 調節, 瞳孔反應의 관계에서 불균형이 생기는 것에 착목한 것이다.

실험에서 다음의 결과를 얻었다.

1) 二眼式立體映像 觀察時의 調節과 瞳孔機能의 均衡關係에 관해서는 距離情報의 不一致에 기인하는 調節機能의 負擔을 瞳孔이 瞳縮하고 焦點深度를 바꿈으로서 補完하는 것으로 推察되었다.

2) 二眼式立體映像 觀察時의 視距離條件에 대해서는 관찰후의 調節緊張弛緩反應에 변화가 적다는 意味에 있어서는 調節安靜位(Dark Focus) 부근이 視機能에 안정한 視距離인 것으로 推察되었다.

參 考 文 獻

[1] 趙 巖, "立體 TV 映像(3D)을 注視時의 誘發電位", 대한인간공학회지, Vol.9, No.2 p.29, 1990.12.

[2] 趙 巖, 野呂景勇, "二眼式立體映像의 眼球調節機能에 미치는 影響", 日本人間工學會 關東支部 제 20 회 大會, p.87, 1989.12

[3] 趙 巖, 野呂景勇, 井上哲理, "二眼式 立體 TV의 眼球調節機能에의 影響", 日本人間工學, Vol.26, 特別號 p.246-247, 1990 June.

[4] 趙 巖, 野呂景勇, "立體映像과 平面映像과의 奧行(深度)量의 判斷에 對하여", 日本人間工學, Vol.26, 特別號 p.248-249, 1990 June.

[5] 趙 巖, 野呂景勇, "二眼式 立體 TV 觀察 前後의 瞳孔面積의 變化에 對하여", 日本人間工學, Vol.26, 特別號 p.250-251, 1990 June.

[6] 趙 巖, 野呂景勇, 岩崎常人, "立體映像 鑑賞時의 眼球運動의 變化", 日本人間工學, Vol.26, 特別號 p.264-265, 1990 June.

[7] D. Alfred Owens and Karen Wolf-Kelly, "Near Work, Visual Fatigue, and Variations of Oculomotor Tonus", Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol.28, No.28, p.743-749, 1987.

[8] Frederick V. Malmstrom and Robert J. Randle, "Effects of Visual Imagery on the Accomodation Response", Perception & Phychophsics, Vol.19(5), p.450-453, 1976.

[9] R.J. Miller and Masatoshi Takahama, "Arousal-Related Changes in Dark Focus Accommodation and Dark Vergence", Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol.29, No. 7, p.1168-1176, 1988.

[10] Thomas L. Amershon and Donald H. Mershon, "Time-of-day Variations in Oculomotor Function, I. Tonic Accommodation and Tonic Vergence", Ophthal. Physiol. Opt., Vol.8, p.415-421, 1988.

[11] Thomas L. Amershon, "Time-of-day Variations in Oculomotor Function, II. Steady

-state Accommodation Tosquare Wave Gratings", Ophthal. Physiol. Opt., Vol.8, p. 423-426, 1988.

[12] Wolfgang Jaschinski-Kruza and Uwe Toenies, "Effect of a Mental Task Arithmetic Task on Dark Focus of Accommodation", Ophthal. Physiol. Opt., Vol.8, p.432-437, 1988.

[13] 畑田豊彦, "3次元畫像과 視覺特性", 生理光學, 第13章, O plus E No.69, p.110-119, 8, 1985.

[14] 畑田豊彦, "奥行知覺과 多眼式 Display", 光學 第17卷 7號, p.333(7)-340(14), 1988.

[15] 初川嘉一, 村井保一, "靜的測定에 의한 調節과 輻輳의 硏究", 眼科臨床醫報 78, 11號, p.135-139, 1984.

[16] 伏屋陽子, 蒲山俊夫, 對野人, "調節의 準靜的 視標 刺戟時와 遠点視標固定時에 있어서 瞳孔反應의 輕視的變化", 臨床眼科 43卷 6號, p. 972-973, 1989.6.

[17] 井越昌紀, "3次元 表示技術의 展望", 精密工學會誌, No.54-2, p.1-6, 1988.

[18] 岩崎賢二, "3次元 表示技術의 醫療分野에서의 應用", 精密工學會誌, No.54-2, p.7-10, 1988.

[19] 大頭仁, "二眼式 立體技術과 視覺機能", 精密工學會誌, No.54-2, p.11-15, 1988.

[20] 近江榮美子, 乾敏郎, "立體時 成立時間과 輻輳運動의 關係에 대하여", 臨床眼科 40卷 8號, p. 869-872, 1989.8.