

## 휴식시 뇌파 활성 분석을 통한 거북목 자세의 불편함 및 주의력에 미치는 영향 연구

Effect on Discomfort and Attention Through Analysis of Resting-State Brain Wave Activity in  
Forward Head Posture

정주연<sup>1</sup> · 강창기<sup>2†</sup>

Ju-Yeon Jung<sup>1</sup> · Chang-Ki Kang<sup>2†</sup>

### Abstract

Forward head posture (FHP) is a representative postural deformation problem in people today, causing various physical and mental problems, but the effect of FHP on discomfort or distraction during rest is not well known. Accordingly, this study aims to demonstrate the effect of FHP on these brain functions by analyzing brain wave signals at rest. Thirty-three heavy users of computers participated in this study, and all of them exhibited functional FHP when using computers. All participants performed using both normal posture and FHP, and their brain waves were measured at rest while maintaining each posture for five minutes without stimulation. Brain wave signals were acquired using EEG with 32 channels, and through frequency analysis, changes in delta and beta waves, known to be closely related to discomfort and attention, were compared and analyzed depending on the posture. As a result, FHP showed a significant decrease in delta waves in nine channels compared to the normal posture, and a significant increase in beta waves in 14 channels, showing that FHP does affect brain function at rest. These changes are consistent with those that occur under conditions of psychological discomfort and distraction, and they appear to be because the increased discomfort caused by musculoskeletal changes in the FHP also affects brain activity. These can provide important results showing that posture correction can help improve brain function and psychological state at rest.

**Key words:** Forward Head Posture, Resting-state Brain Waves, Discomfort, Attention, Delta Waves, Beta Waves

### 요약

거북목 자세는 현대인의 대표적인 자세 변형 문제로 신체적 및 정신적으로 다양한 문제를 야기하고 있으나 거북목 자세가 휴식시 불편함이나 주의력 분산 등에 미치는 영향은 잘 알려지지 않았다. 이에 본 연구에서는 휴식시의 뇌파 신호 분석을 통하여 거북목 자세가 뇌기능에 미치는 영향을 확인하고자 한다. 본 연구에는 33명의 컴퓨터 과사용자가 참여하였고 그들은 모두 컴퓨터 사용시 기능적 거북목 자세가 나타났다. 연구참여자는 정상자세와 거북목 자세를 번갈아 수행하도록 하였고, 각 자세를 5분 동안 유지하는 동안 자극이 주어지지 않은 상태로 휴식시 뇌파를 측정하였다. 뇌파는 32개의 채널에서 신호를 획득하였고, 주파수 분석을 통해 불편함이나 주의력에 밀접한 관련이 있다고 알려져 있는 델타파와 베타파에 대한 자세별 변화를 비교 분석하였다. 그 결과 거북목 자세에서는 정상자세 보다 9개의 채널에서 델타파의 유의한 감소를 보였고, 14개의 채널에서는 베타파의 유의한 증가를 보여주면서 거북목 자세가 휴식시 뇌기능

\* This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (2020R1A2C1004355).

<sup>1</sup> 정주연: 가천대학교 휴먼보건의과학융합연구소 연구교수

<sup>2†</sup> (교신저자) 강창기: 가천대학교 의과대학 방사선학과 부교수 / E-mail: ckkang@gachon.ac.kr / TEL: 032-820-4110

에 영향을 주는 것으로 나타났다. 이러한 변화는 심리적 불편감과 주의력 분산 상태에서 나타나는 변화와 일치하며 거북목 자세의 근골격계 변화로 인해 증가된 불편함이 뇌활성에도 영향을 주기 때문으로 보인다. 이러한 결과는 자세 교정이 이루어진다면 휴식시 뇌기능과 심리 상태 개선에 도움이 될 수 있다는 것을 보여주는 중요한 결과로 평가될 수 있다.

**주제어:** 거북목 자세, 휴식시 뇌파, 불편함, 주의력, 델타파, 베타파

## 1. 서론

정상 머리-목 자세에서는 머리와 어깨가 일렬로 위치하여 C 자형의 커브를 생성하고 머리무게를 척추에 적절하게 분산시킬 수 있다(Arooj et al., 2022). 그러나 거북목 자세(forward head posture, FHP)와 같이 목이 전방으로 전위되면 척추의 후면부와 근육에 부과되는 머리무게 압력이 4배 이상 증가하게 되고, 목 앞 조직은 과도하게 신장되면서 불균형이 발생하게 되어 다양한 근골격계 통증과 기능 이상을 유발하게 된다(Barrett et al., 2020; Fatima et al., 2022). 이러한 거북목 자세는 현대인들의 대표적인 자세 문제 중 하나로, 최근에는 스마트폰, 태블릿 PC 와 개인용 컴퓨터 등의 과사용으로 인해 발생률이 증가하고 있다(Arooj et al., 2022). 특히나 작업중에 나타나는 머리전방전위 자세는 작업에 대한 집중력이 높아질수록 머리가 화면에 가까이 위치하게 되기 때문에 의식적인 예방이 어렵다(Shahidi et al., 2013). 실제로 컴퓨터 작업자의 70% 이상이 작업 중 무의식적인 머리전방전위를 경험하고 있다고 보고되었으며(Fujimaki & Mitsuya, 2002), 이와 연관된 목 통증 혹은 퇴행성 디스크 탈출증 등의 문제가 지속적으로 높아지고 있다(Bokaee et al., 2017; Kocur et al., 2019; Moon et al., 2018; Mahmoud et al., 2019).

거북목 자세의 문제는 인지 및 심리학적 측면에서도 나타난다. 이전 연구에 따르면 거북목 자세와 동반되는 굽은 자세(slouched posture)에서는 바르게 편 자세일 때보다 소극적이고 무기력하게 변화시킬 수 있고, 각성 수준의 감소와 피로 및 스트레스의 증가, 그리고 우울감 증가에 관여한다고 보고되었다(Wilkes et al., 2017; Carney et al., 2010; Cohen et al., 2016). 뿐만 아니라 거북목에 의한 경추만곡의 감소는 추골동맥의 혈류변화를 야기시켜 뇌혈류 및 뇌기능에도 영향을 줄 수 있다. 이전 연구에 따르면 거북목 자세는 작업기억 능력과 연관되어 작업 수행능력을 저하시키는데 영향을 준

다고 보고되었고(Jung et al., 2022), 거북목 자세와 단어 암기 능력 감소가 유의한 상관성이 있다고 보고되었다(Cohen et al., 2016).

이렇듯 거북목 자세로 인한 다양한 문제들이 연구되었고, 심리적 스트레스 증가 등의 인지 및 심리적 변화도 보고되었으나 현재까지 거북목 자세가 휴식시 뇌활성에 미치는 영향에 대해서는 많은 연구가 이뤄지지 않았다. 이전 연구결과에 따르면 자세의 변화가 뇌활성과 인지기능에 미치는 효과가 다양하게 보고되었으나(Chang et al., 2011; Jung et al., 2020), 현재까지 거북목 자세와 관련된 영향은 많이 알려지지 않았다. 특히 목에는 미주신경과 같이 자율신경에 영향을 주는 뇌신경이 분포하기 때문에 목 척추 정렬과 근육의 변화는 뇌활성에 영향을 줄 수 있다. 특히 고주파 뇌파는 정신적 스트레스와 우울증의 잘 알려진 생체지표로서 거북목 자세와의 관련성을 기대해 볼 수 있다(Fitzgerald & Watson, 2018). 이에 본 연구에서는 휴식시의 거북목 자세와 정상 자세의 뇌 기능적 차이를 비교하기 위하여 거북목 자세에서 변화하는 뇌파의 활성을 비교 분석하여 거북목 자세가 불편함이나 집중력 분산과 관련된 뇌기능에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

## 2. 실험 방법 및 분석

### 2.1. 피험자 모집

본 연구에서는 20대의 대학생 33명을 모집하였다(mean = 22.2; SD = 1.9). 이들 연구대상자는 하루 평균 컴퓨터 사용 시간이 6시간 이상이며 평상시 컴퓨터 사용 자세가 두개척추각(CVA)가 50° 미만인 기능적 거북목 자세를 가진 젊은 성인을 모집하였다. 평상시 자세가 거북목 자세가 아니더라도 컴퓨터 사용시 습관적으로 거북목 자세를 취했고 컴퓨터 과사용에 대한 근

골격계성 통증 증상을 경험한 연구대상자가 모집되었다. 그리고 신경학적, 심리적 그리고 근골격계적 문제가 있는 대상자와 실험에 영향을 줄 수 있는 증상(두통, 뇌파 실험에 대한 불편 등)이 있는 대상자는 실험에서 제외하였다. 본 연구는 기관연구윤리위원회의 승인을 받아 진행하였으며 실험 전 모든 대상자들의 실험 참여 동의서를 수집하였다(IRB No. 1044396-202101-HR-015-01).

## 2.2. 실험 절차

거북목 자세로 인한 휴식시 뇌파의 변화를 확인하기 위해 정상 자세와 거북목 자세에서 각각 EEG 측정이 이루어졌다. 두 자세는 무작위 순서로 적용되었으며 실험 순서는 다음과 같이 이루어졌다. 각 세션별로(정상 자세 혹은 거북목 자세) 총 5분 동안 휴식시 뇌파 측정이 수행되었고, 이전 세션의 효과를 제거하기 위해 세션 사이에 5분간의 휴식시간을 제공했다.

자세 중재를 위해서 다음과 같은 환경이 적용되었다. 먼저 의자는 등받이가 있는 의자를 사용하였고 다리 길이에 맞추어 고관절과 무릎관절이 90°를 유지하고 발바닥이 바닥에 닿게 높이를 조절하였다. 양 팔은 키보드에 있는 책상에 편히 올린 상태에서 등받이에 기대어 앉도록 지시하였다. 컴퓨터 모니터의 위치는 대상자의 눈과 수평으로 60cm 떨어진 곳에 위치하였다. 그리고 모니터의 높이는 화면 중앙이 대상자의 시야각 10° 하방에 위치하도록 조절하였다(Jung et al., 2022).

거북목 자세 세션에서는 대상자들에게 평상시 컴퓨터 사용할 때의 자세를 취하도록 지시하였다. 컴퓨터 사용시 습관적인 자세변화(모니터 화면 쪽으로 머리와 목이 구부러짐)가 나타날 수 있도록 실험 전 10분 이상의 컴퓨터 자세 적응시간을 제공하였고, 변화된 자세를 확인 후 측정이 진행되었다. 변화된 자세는 CVA 측정을 통하여 거북목 자세 여부를 확인하였다. CVA는 왼쪽 시상면에서의 귀구슬, 목 척추 7번의 가시돌기 그리고 어깨뼈 봉우리가 이루는 각도이며 흔히 50° 미만인 경우 거북목 자세로 판단할 수 있다(Moustafa et al., 2020). 10분간의 적응시간 이후 5분간의 뇌파 측정이 수행되었다.

정상자세 세션에서는 피험자의 습관적 거북목 자세 방지를 위해 실험 전 충분한 교육이 수행되었다. 정상

자세 유지를 위해 대상자는 등받이에 등과 허리를 대고 직립을 유지하면서 앉도록 지시하였고, 해당 자세를 10분 이상 유지해 친숙화를 진행하였다. 이후 뇌파 측정을 5분간 진행하면서 내부카메라를 통해 실험실 외부에서 실시간으로 피험자의 상태를 모니터링 하였고, 일정 수준 이상의 자세변화가 관찰되는 경우 대상자 재교육 후 재측정을 진행하였다.

## 2.3. EEG 측정

뇌파는 32채널 QEEG-32Fx (LAXTHA Inc, Daejeon, Korea) 장비를 사용하여 측정하였다. 10-20 시스템에 맞추어 32개의 채널을 배치하였고(Fp1, FpZ, Fp2, AF3, AF4, AFz, F7, F3, Fz, F4, F8, FC5, FC1, FC2 FC6, T7, C3, Cz, C4, T8, CP1, CP5, CP6, CP2, P7, P3, P4, P8, Pz, O1, Oz, O2), 기준전극은 왼쪽과 오른쪽 컷볼(A1, A2)에 부착하였다. 뇌파 측정은 5KΩ 미만의 전극 저항에서 수행하였고, 500Hz의 샘플링 속도로 0.5 - 50Hz의 대역 필터를 적용해 EEG 신호를 획득하였다. 뇌파 측정은 각 세션별로 5분 동안 수행되었으며 잡음 신호를 최소화하기 위해 피험자에게 뇌파측정 중에 움직이지 않고 차분하게 측정을 완료할 수 있도록 지시하였다. 그리고 측정 중 모니터 화면 중앙의 십자 마크(+)를 집중해서 응시하고 최대한 다른 생각을 하지 않도록 하여 휴식시 뇌파를 획득하였다.

이후 획득한 뇌파에서 눈전도(EOG)와 심전도(ECG)의 영향을 제거하기 위해 뇌파 측정과 동시에 EOG와 ECG를 측정하였다. EOG 전극은 양쪽 눈 위(VEOG)와 눈 가쪽(HEOG)에 부착하였고, ECG는 왼쪽 쇄골하 동맥 위치에 부착하였다. 이후 매트랩(MATLAB) 기반의 EEGLAB 소프트웨어에서 독립성분 분석을 수행하여 EOG와 ECG 성분을 제거하였다(Makeig et al., 2002). 마지막으로 고속 푸리에 변환(FFT)을 사용하여 주파수 분석을 수행하였다. 주파수 분석을 위해, 델타(0.5 - 4 Hz), 세타(4 - 8 Hz), 알파(8 - 13 Hz), 베타(13 - 30 Hz), 그리고 감마(30 - 50 Hz) 파동의 상대 스펙트럼 파워 밀도(%)를 계산하였다. 상대 파워 스펙트럼 밀도는 전체 주파수 대역에서 델타파 및 베타파의 비율을 계산하여 분석에 이용하였다.

### 2.4. 통계 분석

Jamovi ver.2.2.5 (<https://www.jamovi.org/>) 소프트웨어를 사용하여 뇌파 신호를 분석했다. 중심 극한 정리에 따른 샘플이 30개 이상인 경우 정규분포로 가정할 수 있음을 근거하여(Ghasemi & Zahediasl, 2012), 모수적 통계 분석 방법인 대응표본 t-검정을 사용하여 뇌파의 상대 파워 스펙트럼의 차이를 분석했다. 모든 분석에는 통계적 유의성의 표준 기준( $p < .05$ )을 적용했다. CVA는 거북목 자세를 판별하기 위한 목적으로 측정되었고, 추후 분석에는 제외하였다.

### 3. 연구 결과

뇌파 분석 결과 델타파와 베타파에서 거북목 자세에 따른 유의한 변화가 나타났다(Figs. 1과 2). 전체 영역 중 9개 채널(FP2, F3, FC5, T7, P7, P8, C3, C4 및 CP1)의 델타파위가 정상자세 보다 거북목 자세에서 유의하게 감소하였다(Table 1). 그리고 베타파는 14개(FP1,

FP2, F8, F3, FC5, AF4, FC2, T7, T8, P7, P8, C3, C4 및 CP5)의 채널에서 델타파와는 반대로 거북목 자세에서 유의하게 증가하였다(Table 2). 또한 8개의 채널(FP2, F3, FC5, T7, P7, P8, C3, 및 C4)에서 델타파와 베타파에서 공통으로 유의하게 변화가 나타나는 것을 확인하였다. 전두엽에서는 FP2, F3 및 FC5가 델타파와 베타파에서 유의하게 변화였다. 델타파의 경우 FP2에서 9.1%( $p = .027$ ), F3에서 7.70% ( $p = .019$ ), 그리고 FC5에서 6.79% ( $p = .047$ )의 유의한 감소가 거북목 자세에서 나타났고, 베타파의 경우 FP2에서 4.88% ( $p = .025$ ), F3에서 3.63% ( $p = .015$ ), 그리고 FC5에서 3.28% ( $p = .037$ )의 유의한 증가가 거북목 자세에서 나타났다.

측두엽에서는 T7만 델타파와 베타파에서 공통적으로 유의한 변화가 나타났다. 델타파는 8.53% 유의한 감소가 나타났고( $p = .025$ ), 베타파에서는 4.97% 유의한 증가가 나타났다( $p = .008$ ). 두정엽에서는 P7과 P8이 델타파와 베타파에서 공통적으로 유의한 변화가 나타났다. 델타파는 P7에서 6.88% ( $p = .007$ ), P8에서 6.18% ( $p = .044$ ) 유의한 감소가 거북목 자세에서 나타났다. 베타파는 P7에서 3.02% ( $p = .001$ ), P8에서

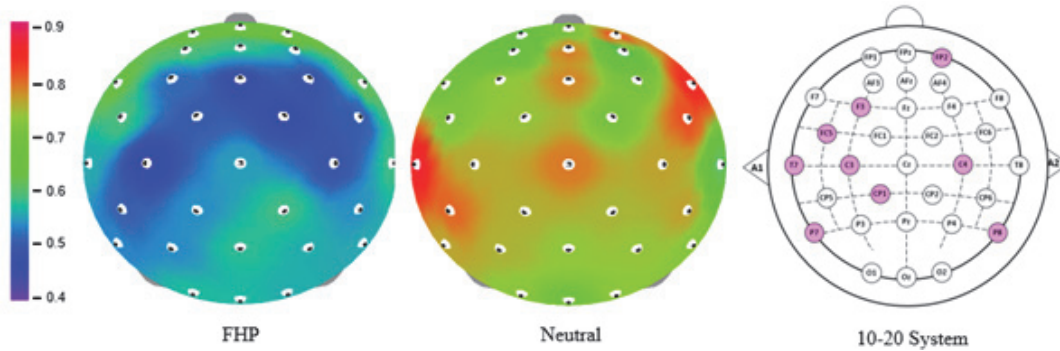


Fig 1. Delta relative power spectrum brain mapping images between forward head and normal postures

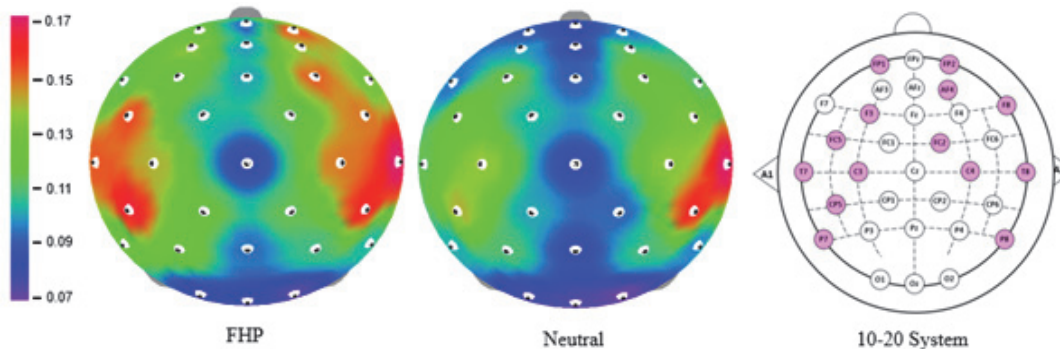


Fig 2. Beta relative power spectrum brain mapping images between forward head and normal postures



Table 1. Comparison of delta relative power spectrum between forward head and normal postures.

	Variables	Forward head (Mean±SD)	Normal (Mean±SD)	T	p
Frontal	FP2	56.93±22.29	66.03±21.43	-2.32	0.027
	F3	48.93±22.31	56.63±22.39	-2.47	0.019
	FC5	51.69±23.01	58.47±22.28	-2.07	0.047
Temporal	T7	50.84±25.58	59.38±23.88	-2.36	0.025
Parietal	P7	51.76±23.14	58.64±21.72	-2.88	0.007
	P8	50.34±22.20	56.52±23.42	-2.10	0.044
Central	C3	53.83±22.19	59.53±22.03	-2.13	0.041
	C4	54.31±23.41	60.41±22.24	-2.09	0.045
	CP1	58.89±21.42	65.07±19.82	-2.13	0.041

Abbreviations: C, central; CP, centroparietal; F, frontal; FC, frontocentral; FP, prefrontal; P, parietal; SD, standard deviation; T, temporal.  
 \* Statistically significant difference:  $p < .05$

Table 2. Comparison of the beta relative power spectrum between neutral and forward head postures.

	Variables	Forward head (Mean±SD)	Normal (Mean±SD)	T	p
Frontal	FP1	14.70±13.00	11.28±9.41	2.10	0.044
	FP2	16.09±12.81	11.21±9.24	2.35	0.025
	F8	13.96±11.03	10.93±9.36	2.16	0.038
	F3	16.85±11.31	13.22±8.84	2.57	0.015
	FC5	17.25±11.36	13.98±9.56	2.18	0.037
	AF4	17.89±12.78	13.49±10.40	2.58	0.015
	FC2	13.02±8.17	10.05±6.09	2.63	0.013
Temporal	T7	19.51±13.12	14.54±11.15	2.84	0.008
	T8	18.37±13.43	14.93±12.20	2.04	0.050
Parietal	P7	13.26±7.62	10.24±6.47	3.61	0.001
	P8	12.79±7.28	10.31±6.70	3.10	0.004
Central	C3	13.62±8.25	11.07±7.26	2.35	0.025
	C4	13.77±9.25	10.94±7.34	2.19	0.036
	CP5	13.61±8.23	11.11±6.67	2.04	0.050

Abbreviations: AF, anterior frontal; C, central; CP, centroparietal; F, frontal; FC, frontocentral; FP, prefrontal; P, parietal; SD, standard deviation; T, temporal. \* Statistically significant difference:  $p < .05$

2.47% ( $p = .004$ ) 유의하게 증가하였다. 중심엽에서는 C3과 C4가 델타파와 베타파에서 공통적으로 유의한 변화가 나타났다. 델타파는 C3에서 5.7% ( $p = .041$ ), C4에서 6.09% ( $p = .045$ ) 유의한 감소가 거북목 자세에서 나타났고, 베타파는 C3에서 2.55% ( $p = .025$ ), C4에서 2.83% ( $p = .036$ ) 유의한 증가가 나타났다.

#### 4 논의

본 연구에서는 휴식 상태에서 거북목 자세에 따른 뇌파의 변화를 확인하였다. 그 결과 거북목 자세에서는 델타파의 활성이 감소하고 베타파의 활성이 증가하는 것

으로 나타났다. 이러한 휴식시 뇌활성의 변화는 거북목 자세에 대한 근골격계적 스트레스와 불편감이 영향을 주는 것으로 보인다. 이전 연구에 따르면 거북목 자세에서는 목빗근과 뒤통수밑근육과 같은 목과 어깨 근육의 경직도를 증가시키며 이로 인한 심리적 스트레스 또한 증가시킨다고 보고하였다(Jung et al., 2022).

델타파는 몸이 안정되고 깨어있는 상태에서 관찰된다고 알려져 있으며, 특히 휴식시 내측 전두엽 피질의 대사와 양의 상관성이 있으며 안정상태에서 활성화되는 뇌의 대표적인 기능인 디폴트 모드 네트워크와 높은 연관성을 가지고 있다(Alper et al. 2006; Neuner et al. 2014). 반면 심리적 고통(불쾌한 느낌, 부정적인 감정 등)이 높을수록 휴식시 뇌가 안정상태가 아닌 각성

상태가 지속되는 것으로 변화하게 되며 이때 델타파의 감소가 나타나는 것으로 알려져 있다. 특히 전두엽, 두정엽 그리고 중심엽의 델타파가 심리적 고통에 의해 변화하는 것으로 나타나는 것으로도 알려져 있다 (Meerwijk et al., 2015). 본 연구에서도 전두엽, 두정엽 그리고 중심엽에서의 델타파가 거북목 자세에서 유의하게 감소하는 결과가 나타남으로써 거북목 자세가 안정 상태에 영향을 준다는 것을 알 수 있었고, 특히 거북목 자세에서의 불편감이 델타파 감소에 큰 영향을 줄 수 있음을 확인하였다.

반면 베타파는 거북목 자세에서 증가하였는데, 이는 거북목 자세가 휴식시 주의력 분산에 영향을 주기 때문으로 보인다. 본 연구에서는 뇌파 측정 시 모니터 화면의 십자 표시 (+)를 집중해서 응시하도록 지시하였다. 그러나 거북목 자세는 이러한 안정 상태의 집중력을 방해하는 요인으로 작용할 수 있다. 이전 연구에 따르면 베타파는 스트레스와 불안의 전기생리학적 지표로서 기능한다고 알려져 있고(Poppelaars et al., 2018), 사회적 스트레스가 높거나 주의력이 분산되기 쉬운 환경에서 증가한다고 보고되었다. 이러한 베타파 활성의 증가는 의식적 하향 조절(top-down control) 증가와 관련이 있다. 즉 불안 및 스트레스가 높을수록 주의력이 분산되어 과제 수행을 방해하기 때문에 주의력을 유지하기 위해서는 대뇌 피질에서 더 많은 조절이 필요하게 된다. 이때 주의 및 집중을 담당하는 두정엽과 전두엽의 광범위한 뇌 네트워크 활성이 나타나게 되며 이것이 베타파 활성에 영향을 줄 수 있다(Palacios-García et al., 2021). 특히 전제적인 뇌 영역에서 베타파 같은 고주파 뇌파의 활성은 부주의와 양의 상관성이 있다고 알려져 있다(Chiang et al., 2020; Lee et al., 2017). 즉 거북목 자세는 대상자의 주의력을 분산시키고 대뇌피질의 과도한 신경활성을 유발하여 휴식시 뇌기능에 영향을 줄 수 있다(Edenberg et al., 2004; Engel & Fries, 2010; López-Caneda et al., 2017). 뿐만 아니라 거북목 자세가 인지과제수행능력 감소에도 영향을 준다는 이전 연구 결과를 참고하면 거북목 자세의 주의력 분산이 과제수행 뿐만 아니라 휴식시에도 영향을 준 것으로 보인다.

따라서 거북목 자세는 휴식시에도 심리적 불편함과 주의력 분산 등으로 작용하여 뇌 활성의 변화가 나타나는 것으로 보인다. 특히 거북목 자세에서의 심리적

변화가 자신감 감소, 피로와 스트레스 증가 그리고 우울감 증가로 나타나는 것을 고려하면 거북목 자세로 인한 휴식시 뇌파의 변화와 관련이 높을 것으로 생각된다(Wilkes et al., 2017; Carney et al., 2010; Cohen et al., 2016). 이러한 결과는 추후 자세 교정을 통해 휴식시 뇌기능과 심리 상태 개선에 도움이 될 수 있는 중요한 결과로 판단된다.

## 5. 제한점

본 연구에서는 기능적 거북목 자세를 보이는 컴퓨터 과사용자를 대상으로 했기 때문에 근골격계의 통증이 있거나 거북목 자세의 구조적 변형이 있는 만성 환자에 대한 결과를 대변할 수는 없다. 구조적 변형에 의한 만성 스트레스와 통증을 뇌의 신경가소성에 영향을 주어 뇌기능에 보다 큰 변화를 야기할 수 있기 때문에 향후 연구에서 검증이 필요하다. 또한 본 연구에서는 휴식시 거북목 자세에 대한 단시간(5분) 효과를 확인했으나, 추후 연구에서는 장시간 컴퓨터 작업 수행에 동반되는 거북목 자세의 효과를 확인해 볼 필요가 있다. 거북목 자세와 심리상태의 연관성을 고려하면 거북목 자세에서의 장시간 작업은 부정적인 심리와 작업효율 저하에 큰 영향을 줄 것으로 보여진다. 실제로 이전 연구에 따르면(Jung et al., 2022), 목 긴장도의 증가가 불편함에 영향을 준다고 보고하고 있으며, 통증과 같은 불편함은 고주파의 뇌활성 증가에 영향을 줄 수 있다. 따라서 추후 근육의 긴장도와 기분변화에 대한 측정을 통해 변화된 뇌파와의 연관성을 확인할 필요가 있다.

## 6. 결론

본 연구에서는 거북목 자세가 휴식시 뇌기능에 미치는 영향을 확인하기 위해 정상자세와 거북목 자세에서의 뇌파의 변화를 측정하였고, 그 결과 거북목 자세에서 델타파 활성의 유의한 감소와 베타파 활성의 유의한 증가를 확인할 수 있었다. 이에 거북목 자세에서의 근골격계 스트레스와 불편감이 휴식시 안정적인 뇌파를 변화시키며 심리적 불안 및 주의력 분산에 영향을 줄 수 있음을 확인하였다.

## REFERENCES

- Alper, K. R., John, E. R., Brodie, J., Günther, W., Daruwala, R., & Prichep, L. S. (2006). Correlation of PET and qEEG in normal subjects. *Psychiatry Research*, *146*(3), 271-82. DOI: 10.1016/j.psychres.2005.06.008.
- Arooj, A., Aziz, A., Khalid, F., Iqbal, M. H., & Ashfaq, H. B. (2022). Forward head posture in young adults: A systematic review: forward head posture in young adults." *The Therapist (Journal of Therapies & Rehabilitation Sciences)*, June, 32-35. DOI: 10.54393/tt.v3i1.38.
- Barrett, J. M., McKinnon, C., & Callaghan, J. P. (2020). Cervical spine joint loading with neck flexion. *Ergonomics*, *63*(1), 101-8. DOI: 10.1080/00140139.2019.1677944.
- Bokae, F., Rezasoltani, A., Manshadi, F. D., Naimi, S. S., Baghban, A. A., & Azimi, H. (2017). Comparison of cervical muscle thickness between asymptomatic women with and without forward head posture. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *21*(3), 206-11. DOI: 10.1016/j.bjpt.2017.04.003.
- Carney, D. R., Cuddy, A. J., & Yap, A. J. (2010). Power posing: Brief nonverbal displays affect neuroendocrine levels and risk tolerance. *Psychological Science*, *21*(10), 1363-68. DOI: 10.1177/0956797610383437.
- Chang, L. J., Lin, J. F., Lin, C. F., Wu, K. T., Wang, Y. M., & Kuo, C. D. (2011). Effect of body position on bilateral EEG alterations and their relationship with autonomic nervous modulation in normal subjects. *Neuroscience Letters*, *490*(2), 96-100. DOI: 10.1016/j.neulet.2010.12.034.
- Chiang, C. T., Ouyang, C. S., Yang, R. C., Wu, R. C., & Lin, L. C. (2020). Increased temporal lobe beta activity in boys with attention-deficit hyperactivity disorder by LORETA analysis. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *14*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2020.00085>.
- Cohen, R. G., Vasavada, A. N., Wiest, M. M., & Schmitter-Edgecombe, M. (2016). Mobility and upright posture are associated with different aspects of cognition in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *8*. DOI: 10.3389/fnagi.2016.00257.
- Edenberg, H. J., Dick, D. M., Xuei, X., Tian, H., Almasy, L., Bauer, L. O., Crowe, R. R., Goate, A., Hesselbrock, V., Jones, K., Kwon, J., Li, T. K., Nurnberger, J. I., Jr, O'Connor, S. J., Reich, T., Rice, J., Schuckit, M. A., Porjesz, B., Foroud, T., & Begleiter, H. (2004). Variations in GABRA2, encoding the alpha 2 subunit of the GABA(A) receptor, are associated with alcohol dependence and with brain oscillations. *American Journal of Human Genetics*, *74*(4), 705-714. DOI: 10.1086/383283
- Engel, A. K., & Fries, P. (2010). Beta-band oscillations—signalling the status quo?" *Current Opinion in Neurobiology*, *20*(2), 156-65. DOI: 10.1016/j.conb.2010.02.015.
- Fatima, A., Ashraf, H. S., Sohail, M., Akram, S., Khan, M., & Azam, H. (2022). Prevalence of upper cross syndrome and associated postural deviations in computer operators: A qualitative study. *Asian Journal of Allied Health Sciences (AJAHS)*, *7*(3). DOI: 10.52229/ajahs.v7i3.1645.
- Fitzgerald, P. J., & Watson, B. O. (2018). Gamma oscillations as a biomarker for major depression: An emerging topic. *Translational Psychiatry*, *8*(1), 177. DOI: 10.1038/s41398-018-0239-y.
- Fujimaki, G., & Mitsuya, R. (2002). Study of the seated posture for VDT work. *Displays*, *23*(1), 17-24. DOI: 10.1016/S0141-9382(02)00005-7.
- Jung, J. Y., Cho, H. Y., & Kang, C. K. (2020). Brain activity during a working memory task in different postures: An EEG study. *Ergonomics*, *63*(11), 1359-70. DOI: 10.1080/00140139.2020.1784467.
- Jung, J. Y., Cho, H. Y., & Kang, C. K. (2022). Effects of a traction device for head weight reduction and neutral alignment during sedentary visual display terminal (VDT) work on postural alignment, muscle properties, hemodynamics, preference, and working memory performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(21), 14254. DOI: 10.3390/ijerph192114254.
- Kocur, P., Wilski, M., Goliw s, M., Lewandowski, J., &  ochyński, D. (2019). Influence of forward head posture on myotonometric measurements of superficial neck muscle tone, elasticity, and stiffness in asymptomatic

- individuals with sedentary jobs. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 42(3), 195-202. DOI: 10.1016/j.jmpt.2019.02.005.
- Lee, S.-H., Park, Y., Jin, M. J., Lee, Y. J., & Hahn, S. W. (2017). Childhood trauma associated with enhanced high frequency band powers and induced subjective inattention of adults. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 11. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2017.00148>
- Lin, G., Zhao, X. Wang, W., and Wilkinson, T. (2022). The relationship between forward head posture, postural control and gait: A systematic review. *Gait & Posture*, 98(October), 316-29. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2022.10.008.
- López-Caneda, E., Cadaveira, F., Correias, A., Crego, A., Maestú, F., & Rodríguez Holguín, S. (2017). The brain of binge drinkers at rest: Alterations in theta and beta oscillations in first-year college students with a binge drinking pattern. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 11. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2017.00168>.
- Mahmoud, N. F., Hassan, K. A., Abdelmajeed, S. F., Moustafa, I. M., & Silva, A. G. (2019). The relationship between forward head posture and neck pain: A systematic review and meta-analysis. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 12(4), 562-77. DOI: 10.1007/s12178-019-09594-y.
- Meerwijk, E. L., Ford, J. M., & Weiss, S. J. (2015). Resting-state EEG Delta power is associated with psychological pain in adults with a history of depression. *Biological Psychology*, 105, 106-114. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2015.01.003.
- Moon, J. H., Jung, J. H., Hahm, S. C., Oh, H. K., Jung, K. S., & Cho, H. Y. (2018). Effects of lumbar lordosis assistive support on craniovertebral angle and mechanical properties of the upper trapezius muscle in subjects with forward head posture. *Journal of Physical Therapy Science*, 30(3), 457-60. DOI: 10.1589/jpts.30.457.
- Moustafa, I. M., Youssef, A., Ahbouch, A., Tamim, M., & Harrison, D. E. (2020). Is forward head posture relevant to autonomic nervous system function and cervical sensorimotor control? cross sectional study. *Gait & Posture*, 77, 29-35. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2020.01.004.
- Neuner, I., Arrubla, J., Werner, C. J., Hitz, K., Boers, F., Kawohl, W., & Shah, N. J. (2014). The default mode network and EEG regional spectral power: a simultaneous fMRI-EEG study. *PLoS One* 9(2), e88214. DOI: 10.1371/journal.pone.0088214.
- Palacios-García, I., Silva, J., Villena-González, M., Campos-Arteaga, G., Artigas-Vergara, C., Luarte, N., Rodríguez, E., & Bosman, C. A. (2021). Increase in beta power reflects attentional top-down modulation after psychosocial stress induction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15(March). DOI: 10.3389/fnhum.2021.630813.
- Poppelaars, E. S., Harrewijn, A., Westenberg, P. M., & van der Molen, M. J. W. (2018). Frontal delta-beta cross-frequency coupling in high and low social anxiety: An index of stress regulation? *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 18(4), 764-77. DOI: 10.3758/s13415-018-0603-7.
- Shahidi, B., Haight, A., & Maluf, K. (2013). Differential effects of mental concentration and acute psychosocial stress on cervical muscle activity and posture." *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 23(5), 1082-89. DOI: 10.1016/j.jelekin.2013.05.009.
- Wilkes, C., Kydd, R., Sagar, M., & Broadbent, E. (2017). Upright posture improves affect and fatigue in people with depressive symptoms. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 54, 143-149. DOI: 10.1016/j.jbtep.2016.07.015.

원고접수: 2024.05.03

수정접수: 2024.05.30

게재확정: 2024.06.01