DOI 10.69085/nok20261217

МУЛТИМОДАЛЕН ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕН ПОДХОД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕМОЦИОНАЛНАТА ИНТЕЛИГЕНТНОСТ И КОГНИТИВНОТО НАТОВАРВАНЕ ПРИ БЪДЕЩИ ПЕДАГОЗИ

Митко Шошев
mitkosh@uni-plovdiv.bg

***Резюме**: Съвременната педагогическа наука все по-активно интегрира постиженията на когнитивната невронаука (направление невропедагогика), търсейки обективни биомаркери за емоционалните и когнитивните процеси при педагозите. Емоционалната интелигентност (ЕИ) на педагогическите специалисти е критичен фактор за ефективно управление на класа, превенция на бърнаут и изграждане на емпатична образователна среда. Настоящият доклад представя задълбочен методически проект за мултимодално изследване на ЕИ и когнитивното натоварване при студенти от специалност „Педагогика“.*

Изследването комбинира квантитативна електроенцефалография (qEEG), функционална близка инфрачервена спектроскопия (fNIRS) чрез преносима система, психометрични скали и поведенчески метрики (време за реакция и точност). Експерименталната парадигма включва симултанно разпознаване на детски емоционални състояния (чрез теста на Н. Я. Семаго) и мимики на възрастни (от стандартизираната база данни WSEFEP). Оценката на когнитивното натоварване се базира на индекса Frontal Theta/Alpha Ratio (TAR) и префронталната оксигенация (ΔHbO). Представената рамка дава възможност за обективизиране на диагностиката на ЕИ и разработване на таргетирани невротренинги за бъдещи педагози.

***Ключови думи**: емоционална интелигентност, невропедагогика, невротехнологии, когнитивно натоварване.*

A MULTIMODAL PSYCHOPHYSIOLOGICAL APPROACH TO THE STUDY OF EMOTIONAL INTELLIGENCE AND COGNITIVE LOAD IN FUTURE TEACHERS

Mitko Shoshev
mitkosh@uni-plovdiv.bg

Abstract: *Modern pedagogical science is increasingly actively integrating the achievements of cognitive neuroscience (neuropedagogy), searching for objective biomarkers of emotional and cognitive processes in educators. The emotional intelligence (EI) of pedagogical specialists is a critical factor for effective classroom management, burnout prevention and building an empathetic educational environment. This report presents an in-depth methodological project for a multimodal study of EI and cognitive load in students majoring in Pedagogy. The study combines quantitative electroencephalography (qEEG), functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) via a portable system, psychometric scales and behavioral metrics (reaction time and accuracy). The experimental paradigm includes simultaneous recognition of children's emotional states (using the N. Ya. Semago test) and adult facial expressions (from the standardized WSEFEP database). The assessment of cognitive load is based on the Frontal Theta/Alpha Ratio (TAR) index and prefrontal oxygenation (ΔHbO). The presented framework allows for objectification of the diagnosis of EI and development of targeted neurotraining for future educators.*

Keywords: *emotional intelligence, neuropedagogy, qEEG, fNIRS, Muse S Athena, cognitive load, Semago, WSEFEP.*

Въведение

В съвременното динамично информационно общество от педагогическия специалист се изисква не само висока академична подготовка, но и изключително развита емоционална интелигентност (ЕИ). Емпатичното откликване, своевременното улавяне на микроемоционални сигнали у децата и способността за ефективно регулиране на собствения стрес са фундаментални стълбове на съвременната професионално-педагогическа компетентност (Wong и Law, 2002). По този начин Емоционалната интелигентност на учителя не е просто лична характеристика, а критичен педагогически ресурс.

Способността за бързо, точно и съчувствено идентифициране на емоционалните състояния на учениците директно влияе върху превенцията на конфликти, овладяването на агресията и стимулирането на учебната мотивация. Въпреки значимостта на ЕИ, в педагогическите изследвания продължава да преобладава използването на субективни методи за оценка – въпросници за самодокладване (напр. EQ-i, WLEIS), които често са подвластни на субективни отклонения. Макар и с добра психометрична валидност, тези методи са податливи на когнитивни отклонения (bias), социална желателност и липса на рефлексия у участниците. С появата на преносните и достъпни невроизобразяващи технологии (wearable neuroimaging) в рамките на направлението **невропедагогика** се разкрива нова парадигма: директно проследяване на кортикалната активност и невроналните корелати на емоционалното възприятие в реално време.

С навлизането на невронауките в образованието (невропедагогика) възниква необходимостта от използване на обективни биомаркери за проследяване на когнитивните и емоционалните процеси в реално време. Настоящата разработка предлага методически план за изследване, който анализира невроналната ефективност и когнитивното натоварване при студенти – бъдещи педагози, в момента на обработка на социално-емоционални стимули от детска и възрастна популация.

Теоретична рамка и научноизследователски хипотези

Емоционална интелигентност и хипотезата за невронална ефективност

Когнитивното натоварване при социално възприятие отразява количеството ментален ресурс, който е вложен в декодирането на лицевите мимики. Изследванията показват, че разпознаването на детски емоционални състояния притежава специфична невронална динамика, тъй като детските лица носят еволюционно значими сигнали, активиращи специфични невронни мрежи, свързани с грижата и емпатията.

Хипотезата за невронална ефективност (Neural Efficiency Hypothesis), първоначално формулирана от Neubauer и Fink (2009) и Jausovec и Jausovec (2005) в контекста на общия когнитивен интелект (IQ), гласи, че по-интелигентните индивиди показват по-ниска и по-фокусирана кортикална активация (по-малка консума-

ция на метаболитна енергия и по-слаба алфа десинхронизация) при решаване на задачи с еднаква трудност.

В последните години тази хипотеза бе успешно разширена и спрямо сферата на емоционалната интелигентност (Freudenthaler et al., 2006). Изследванията с qEEG показват, че лица с висока ЕИ демонстрират по-ниска събитийно-свързана десинхронизация (ERD) в алфа честотната лента (8 – 12 Hz) по време на идентификация на лица и интерпретация на емоционален контекст. Това означава, че емоционално интелигентните индивиди обработват емоционалната информация с по-малко „суматоха“ в невронните мрежи и с по-висока специфичност на префронталния контрол (Gutierrez-Cobo et al., 2016).

През последното десетилетие в невронауката навлезнаха нови методики за функционално изследване на мозъка. Това позволи методиките да бъдат обединявани в единно изследване, което позволява комплексен подход в разбирането на мозъчните функции.

Мултимодален запис чрез qEEG и fNIRS измерване и оценка на когнитивното натоварване

Оценката на когнитивното натоварване (Cognitive Workload) е централен проблем в когнитивната наука, а отскоро и в невропедагогиката. Симултанната интеграция на qEEG и fNIRS предлага идеално допълване: qEEG осигурява висока времева резолюция (в милисекунди), докато fNIRS предоставя висока пространствена и хемодинамична локализация в повърхностните слоеве на кората (Fazli et al., 2012).

Както подчертават Li и съавт. (Li, 2022, стр. 3) „Интегрирането на симултанни EEG и fNIRS преодолява вродените пространствено-темпорални ограничения на единичните невроизобразяващи методи. Докато EEG осигурява милисекундна времева резолюция на кортикалната спектрална динамика (като мощността в тета и алфа лентите), fNIRS локализира с висока точност локалните хемодинамични промени (ΔHbO) в префронталния кортекс, предоставяйки стабилна биомаркерна рамка за оценка на умственото натоварване в реално време.“

Важността на мултимодалния подход се потвърждава и от изследването на Fazi и съавт, (Fazi, 2012, стр. 519) които споделят „Освен това установихме, че ЕЕГ и NIRS се допълват взаимно по от-

ношение на информационното съдържание и по този начин представляват надеждна мултимодална техника за образна диагностика, подходяща за интерфейси мозък-компютър.“, което дава важни насоки и за по-нататъшно приложение на методиката в системите мозък-компютър (BCI).

Това измерване може да бъде осъществено и само в префронталните области на мозъка, като може да предостави достоверни данни за функцията на тези дялове. Изследването се осъществява чрез:

qEEG спектрален индекс и измерване на съотношението между тета и алфа вълните (Frontal Theta/Alpha Ratio – TAR). Класическите проучвания на Klimesch (1999) и Gevins и Smith (2003) установяват, че с нарастване на когнитивното натоварване и интензивността на работната памет се наблюдава синхронизация (повишаване на мощността) в тета честотната лента (4–8 Hz) във фронталните електроди и десинхронизация (понижаване на мощността) в алфа лентата (8–12 Hz). Следователно, съотношението Frontal Theta/Alpha Ratio (TAR) служи като сензитивен и обективен биомаркер за mental workload, както споменават в трудовете си Plechawska-Wójcik et al., 2019 и Gkintoni, 2025:

$$\mathbf{TAR = P_{\theta}AF7/P_{\alpha}AF7 \text{ и } TAR = P_{\theta}AF8/P_{\alpha}AF8,}$$

съответно за лявото и дясно полукълба на мозъка, като нарастването на TAR е директен показател за засилен ангажимент на работната памет и когнитивния контрол според Klimesch, 1999; Plechawska-Wójcik et al., 2019 и Liu et al., 2024, и

fNIRS префронтална хемодинамика (ΔHbO), като fNIRS измерва промените в съотношението на оксихемоглобин (ΔHbO) и деоксихемоглобин (ΔHbR) в префронталния кортекс (PFC). Повишената оксигенация (ΔHbO) отразява невроваскуларно куплиране (neurovascular coupling) в отговор на повишените когнитивни и ресурсоемки изисквания на задачата. Тези данни се описват в изследванията на Scholkmann et al., 2014 и Turay et al., 2025.

Необходимо е да се отбележи, че още през 2014 г. Scholkmann и съавт. предлагат мултимодален подход при изследването на мозъчните функции: „Някои устройства предлагат интерфейси, позволяващи мултимодално изобразяване, и успешно се използват например за едновременни измервания на fNIRS и MEG, EEG

(ЕЕГ), fMRI (фМР) и други модалности.“ (Scholkmann и съавт., 2014, стр. 15-16) В този аспект е необходимо да се подчертае и мнението на Fazli и съавт. „Като цяло мултимодалният подход може да има редица ползи: Тъй като всеки метод за изследване на мозъка страда от свои специфични ограничения (ЕЕГ от пространствена резолюция, докато NIRS или fMRI от мудността на съдовия отговор, ограничаваща неговата времева резолюция), става възможно те частично да бъдат преодолени чрез фокусиране върху техните индивидуални силни страни. Освен това, и може би по-важното, информацията, получена от тези различни източници, се допълва взаимно до известна степен...“ (Fazli, 2012, стр. 528) Всичко това предполага засиленото използване на мултимодални методики при изследване на мозъчни функции, вкл. и при възприемането и оценката на емоционални състояния.

Невронални и метаболитни основи за възприемането на детски лица спрямо лица на възрастни

Лицевото изражение на дете притежава специфични морфологични особености, известни в психологията на развитието като „детска схема“ (*Baby Schema/Kindchenschema*, Lorenz, 1943, по Glocker и съавт.). Изображенията на деца автоматично активират бързи невронни каскади в орбитофронталния кортекс (OFC) и дорзолатералния префронтален кортекс (dlPFC), свързани с емпатия, повишено внимание и социална грижа (Kringelbach et al., 2008; Luo et al., 2015; Endendijk et al., 2020). Както споменават Luo и съавт. в своето изследване „Както може да се очаква, емоционалните и значими социални дразнители като детските лица, предизвикват широка активация в мозъчните системи, участващи във възприемането на лица, вниманието, емоциите, емпатията, паметта, възнаграждението и привързаността, теорията на намерението (theory of mind), а също и контрола на моторните реакции...“ (Luo и съавт., 2015, стр. 3) Впечатление прави, че изследователите синтезират данни от четири основни неврофизиологични метода за изследване на мозъчната активност: **fMRI** (функционален ядрено-магнитен резонанс), **MEG** (магнитоенцефалография), **ERP/EEG** (събитийно – свързани потенциали/електроенцефалография) и **NIRS** (близка до инфрачервената спектроскопия), което по същество е мултимодално изследване

При студенти по педагогика разпознаването на детски емоционални състояния (чрез стандартизирания тест на Н. Я. Семаго, (2005) изисква по-фино декодиране на мимиките поради все още недоразвитата изразителност при децата. За разлика от това, базисните емоции при възрастни (от базата данни *WSEFEP*, Olszanowski et al., 2015) са изразени по-явно и прототипно, а това предполага различен профил на когнитивно натоварване и префронтална активация.

Това когнитивно натоварване и по-точно разликата в натоварването между левия и десния префронтален кортекс също може да бъде измерена и оценена.

Фронтална Алфа Асиметрия (FAA) и афективен отговор

Фронталната алфа асиметрия (FAA) е утвърден биомаркер за афективния стил и мотивационната ориентация (Davidson, 2004; Coan & Allen, 2004). Относително по-висока активност в лявата префронтална кора (изразена чрез по-ниска алфа мощност в ляво спрямо дясно) се свързва с мотивация за приближаване (*approach motivation*) и обработка на позитивни емоции, докато дясната префронтална активация отразява оттегляне (*withdrawal motivation*) или негативен афект:

$$\mathbf{FAA = \ln(P_{\alpha,AF8}) - \ln(P_{\alpha,AF7})}$$

В едно от изследванията върху емоционални състояния, проведени чрез използването на ЕЕГ методика, Coan и Allen описват: „...активността в алфа диапазона (обикновено 8 – 13 Hz) може да бъде обратно свързана с основната кортикална обработка, тъй като намаляването на алфа вълните се наблюдава тогава, когато основните кортикални системи се ангажират с активна обработка.“ (Coan, Allen, 2004, стр. Стр. 7) Споменатата челна асиметрия в алфа вълните те определят да „...служи като (1) променлива на индивидуалните разлики, свързана с емоционалното реагиране и емоционалните разстройства, и (2) състояние – зависим съпътстващ фактор на емоционалното реагиране.“ Davidson в свое изследване върху фронталната алфа активност представя интересна находка: „...активацията на десния латерален префронтален кортекс по време на емоция, свързана с отдръпване, може да бъде асоции-

рана с бдителност, свързана със заплаха“ (Davidson, 2004, стр. 225) и „...субектите с по-висока относителна базова лявостранна префронтална активност се възстановяват по-бързо след негативно събитие...“ (пак там, стр. 226) Това дава основание изследването на фронталната алфа асиметрия, както и нейната динамика по време на цялото провеждане на изследването с един участник също да бъде включено в настоящото проучване.

Подобно на невроналните механизми, обработката на детски емоционални състояния изисква различни хемодинамични ресурси от мозъка, по-специално от префронталния кортекс. В свое изследване, проведено през 2025 г. Tang и съавт. ясно посочват „Скорошно изследване с използване на fNIRS предостави директни доказателства в подкрепа на участието на префронталния кортекс (PFC) в тактилната обработка. По-специално бе установено, че PFC играе решаваща роля в оценката на емоционалната валентност и показва силни невронални корелации с възприеманата интензивност...“ (Tang, 2025, стр. 2) Авторите подчертават значението на префронталния кортекс в обработката (детекция или продукция на емоциии): „...изследването демонстрира медииращата роля на префронталния кортекс в емоционалната обработка при социално докосване, като допълнително подчертава функцията на префронталния кортекс в регулирането на емоционалното поведение.“ (пак там, стр. 6)

Идеята за мултимодален подход при изследването на емоциите и емоционалната интелигентност е относително нова, но по тази тема проучванията в световен мащаб са относително малко. В едно от последните изследвания на тази тема Ding и съавт., изказват твърдението „Чрез интегрирането на ЕЕГ с други физиологични сигнали може да се постигне по-цялостно описание и характеризиране на емоционалните състояния.“ (Ding и съавт, 2025, стр. 2) Разбира се в това изследване се използва различна методика, eye-tracking, ЕЕГ и GSR, като това дава основание при получаване на качествени резултати от настоящото изследване, то да бъде усложнено и допълнено с някоя от тези методики. Авторите категорично изтъкват, че „...тъй като данните от проследяването на погледа (eye-tracking) отразяват зрителното внимание и когнитивното натоварване на мозъка – и двете от които са тясно свързани с емоционалната обработка – съчетаването на ЕЕГ с други едновременно

записвани модалности, като проследяване на погледа и кожно-галванична реакция (GSR), привлича все по-голямо внимание от страна на изследователите.“ (пак там, стр. 2)

Като доказателство за значимостта на мултимодалния подход при изследването на емоциите и емоционалната интелигентност, авторите категорично подчертават: „Като основно изследователско направление в рамките на афективните компютърни науки, разпознаването на емоции намира широко приложение в различни области, включително взаимодействието човек-компютър, образованието и преподаването, и медицинската рехабилитация... Чрез интегрирането на ЕЕГ с други физиологични сигнали може да се постигне по-цялостно описание и характеризиране на емоционалните състояния.“ (Пак там, стр. 2)

Очаквани резултати от изследването и дискусия

Резултатите от прилагането на представената методология ще осигурят ценна емпирична информация за невробиологичните механизми на педагогическата емпатия. Потвърждаването или отхвърлянето на една от хипотезите ще установи, дали разчитането на детски лицеви мимики поставя по-високи изисквания пред префронталния когнитивен контрол (TAR и ΔHbO) в сравнение с разпознаването на емоции при възрастни. Потвърждението или отхвърлянето на втората хипотеза ще покаже, дали по-високата ЕИ е свързана с невронална ефективност – умение за бърза и икономична обработка на социални стимули с по-малък разход на метаболитна енергия в мозъчната кора.

Психологически изследвания, използващи мултимодания подход вече бяха проведени от автора през изминалите 2 години. Резултатите от тях предстои да бъдат публикувани.

Практическо приложение на изследването

Данните от изследването ще послужат като научна основа за интегриране на нови знания, които могат да бъдат предадени на студентите в Педагогическия факултет на Пловдивския университет. Въз основа на обективните биомаркери за натоварване могат да се разработят пилотни невротренинги (напр. neurofeedback обучение за регулиране на фронталните тета и алфа вълни), насочени

към развиване на емоционална устойчивост, саморегулация и превенция на ранен бърнаут у бъдещите учители.

Невротренингите имат своята значимост за по –елегантното протичане на процеса на обучение, снижаване на тревожността при децата, значително по-голямата сигурност и увереност на бъдещите педагози за правилното разчитане на емоционално отреагиране на учениците. Необходимо е да се отбележи още веднъж, че проведените от автора към момента изследвания с приложимост на мултимодален подход за извеждане на обективни биомаркери подпомагащи учителя за развиване у учениците на значима емоционална устойчивост и саморегулация дават възможност да се направи към момента извод за надеждност при прилагането на подхода.

Заключение

Комбинирането на qEEG и fNIRS чрез преносими биосензорни технологии отваря нови възможности за обективна диагностика в педагогическата наука. Интегрирането на стандартизираните тестови бази на Семаго и WSEFEP позволява прецизно разграничаване на когнитивното натоварване при възприемане на детски и възрастни лица. Изследователски план на изследването преодолява субективните ограничения на традиционните въпросници и полага основите за научно базирано подпомагане на емоционалното развитие на бъдещите педагогически специалисти.

Използвана литература

1. Семаго, Н. Я., М. М. Семаго. Теория и практика оценки психического развития ребенка. Дошкольный и младший школьный возраст. [Semago, N., Ya., M. M. Semago. Teoriya I praktika otsenki psihicheskogo razvitiya rebyonka. Doshkol'nii I mladshii shkol'nii vozras SpB, Rech', 2005 ISBN 5-9268-0341-1 ISBN 5-9268-0341-1.]
2. Coan JA, Allen JJ. Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion. Biol Psychol. 2004 Oct;67(1-2):7-49. doi: 10.1016/j.biopsycho.2004.03.002 PMID: 15130524.
3. Davidson RJ. What does the prefrontal cortex "do" in affect: perspectives on frontal EEG asymmetry research. Biol Psychol. 2004 Oct;67(1-2):219-33. doi: 10.1016/j.biopsycho.2004.03.008. PMID: 15130532.

4. Ding S, Ma L, Li H. Multimodal physiological signal emotion recognition based on multi-head cross attention with representation learning. Front Psychiatry. 2025 Dec 11; 16:1713559. doi: 10.3389/fpsyt.2025.1713559. PMID: 41458017; PMCID: PMC12739757.
5. Endendijk JJ, Smit AK, van Baar AL, Bos PA. What a cute baby! Preliminary evidence from a fMRI study for the association between mothers' neural responses to infant faces and activation of the parental care system. Neuropsychologia. 2020 Jun; 143:107493. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2020.107493. Epub 2020 May 11. PMID: 32407904
6. Fazli S, Mehnert J, Steinbrink J, Curio G, Villringer A, Müller KR, Blankertz B. Enhanced performance by a hybrid NIRS-EEG brain computer interface. Neuroimage. 2012 Jan 2;59(1): 519–29. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.07.084. Epub 2011 Aug 4. PMID: 21840399.
7. Freudenthaler H. Harald, A. Fink, A. C. Neubauer, Emotional abilities and cortical activation during emotional information processing, Personality and Individual Differences, Volume 41, Issue 4, 2006, Pages 685–695, ISSN 0191-8869
8. Gevins, A., & Smith, M. E. (2003). Neurophysiological measures of cognitive workload during human-computer interaction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, *4*(1–2), 113–131. https://doi.org/10.1080/14639220210159717
9. Gkintoni, E., & Halkiopoulos, C. (2025). Mapping EEG Metrics to Human Affective and Cognitive Models: An Interdisciplinary Scoping Review from a Cognitive Neuroscience Perspective. *Biomimetics*, *10*(11), 730. https://doi.org/10.3390/biomimetics10110730
10. Glocker ML, Langleben DD, Ruparel K, Loughead JW, Gur RC, Sachser N. Baby Schema in Infant Faces Induces Cuteness Perception and Motivation for Caretaking in Adults. Ethology. 2009 Mar; 115(3): 257–263. doi: 10.1111/j.1439-0310.2008.01603.x. PMID: 22267884; PMCID: PMC3260535.
11. Gutiérrez-Cobo MJ, Cabello R and Fernández-Berrocal P (2016) The Relationship between Emotional Intelligence and Cool and Hot Cognitive Processes: A Systematic Review. Front. Behav. Neurosci. 10:101. doi: 10.3389/fnbeh.2016.00101

12. Jausovec N, Jausovec K. Differences in induced gamma and upper alpha oscillations in the human brain related to verbal/performance and emotional intelligence. Int J Psychophysiol. 2005 Jun;56(3): 223–35. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2004.12.005. Epub 2005 Jan 19. PMID: 15866326
13. Klimesch, W., EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis, Brain Research Reviews, Volume 29, Issues 2–3, 1999, Pages 169–195, ISSN 0165-0173
14. Kringelbach ML, Lehtonen A, Squire S, Harvey AG, Craske MG, et al. (2008) A Specific and Rapid Neural Signature for Parental Instinct. PLOS ONE 3(2): e1664. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001664
15. Li, R., Yang, D., Fang, F., Hong, K. S., Reiss, A. L., & Zhang, Y. (2022). Concurrent fNIRS and EEG for brain function investigation: A systematic, methodology-focused review. *Sensors*, 22(15), 5865.
16. Luo L, Ma X, Zheng X, Zhao W, Xu L, Becker B, Kendrick KM. Neural systems and hormones mediating attraction to infant and child faces. Front Psychol. 2015 Jul 17; 6:970. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00970. PMID: 26236256; PMCID: PMC4505392.
17. Neubauer AC, Fink A. Intelligence and neural efficiency. Neurosci Biobehav Rev. 2009 Jul; 33(7): 1004–23. doi: 10.1016/j.neubiorev.2009.04.001. Epub 2009 Apr 10. PMID: 19580915.
18. Olszanowski M, Pochwatko G, Kuklinski K, Scibor-Rylski M, Lewinski P and Ohme RK (2015) Warsaw set of emotional facial expression pictures: a validation study of facial display photographs. Front. Psychol. 5:1516. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01516
19. Plechawska-Wójcik, M., Tokovarov, M., Kaczorowska, M., & Zapała, D. (2019). A Three-Class Classification of Cognitive Workload Based on EEG Spectral Data. *Applied Sciences*, *9*(24), 5340. https://doi.org/10.3390/app9245340
20. Scholkmann F, Kleiser S, Metz AJ, Zimmermann R, Mata Pavia J, Wolf U, Wolf M. A review on continuous wave functional near-infrared spectroscopy and imaging instrumentation and methodology. Neuroimage. 2014 Jan 15;85 Pt 1: 6–27. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.05.004. Epub 2013 May 16. PMID: 23684868.

21. Turay T, Korkmaz OE, Ergün E. Simultaneous EEG-fNIRS study of visual cognitive processing: ERP analysis and decision-related hemodynamic responses in healthy adults. PLoS One. 2025 Jun 11; 20(6):e0325017. doi: 10.1371/journal.pone.0325017. PMID: 40498688; PMCID: PMC12157042.
22. Wong, Chi-Sum, Kenneth S Law, The effects of leader and follower emotional intelligence on performance and attitude: An exploratory study, The Leadership Quarterly, Volume 13, Issue 3, 2002, Pages 243–274, ISSN 1048-9843.
23. Zhe Tang, Qin Luo, Yixian Huang, Shuo Zhao, Neural responses to social touch with different emotional valences: an fNIRS study, *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, Volume 20, Issue 1, 2025, nsaf066, https://doi.org/10.1093/scan/nsaf066