

STRESZCZENIE

Czasowe przetwarzanie informacji (CzPI) odnosi się do procesów neuronalnych i poznawczych, które umożliwiają organizację, rozpoznawanie oraz interpretację czasowej struktury zdarzeń, stanowiąc kluczowy aspekt ludzkiego funkcjonowania poznawczego. Procesy takie jak percepcja, uwaga, język, pamięć, kontrola motoryczna czy planowanie charakteryzują się określoną dynamiką czasową. Choć dotychczasowe badania wskazują, że sprawność mechanizmów CzPI istotnie wiąże się z efektywnością funkcjonowania poznawczego, większość z nich koncentrowała się na osobach starszych oraz grupach klinicznych, przez co indywidualne różnice w CzPI wśród zdrowych młodych dorosłych pozostają wciąż słabo poznane. Celem niniejszej rozprawy doktorskiej była identyfikacja wskaźników elektrofizjologicznych charakteryzujących wysoką (W_{CzPI}) i niską (N_{CzPI}) sprawność CzPI u zdrowych młodych dorosłych – zarówno w stanie spoczynkowej aktywności mózgu, jak i podczas wykonywania zadań poznawczych.

W badaniu wzięło udział 84 młodych dorosłych ($M = 23$ lata), których sprawność CzPI na poziomie milisekundowym oceniono za pomocą procedur behawioralnych. Na podstawie uzyskanych wyników wyodrębniono dwie grupy: W_{CzPI} ($n = 34$) oraz N_{CzPI} ($n = 33$). Obie grupy uczestniczyły następnie w procedurach elektrofizjologicznych obejmujących: (1) pomiar aktywności spoczynkowej, umożliwiający identyfikację różnic między grupami w bazowej aktywności mózgu; (2) zadanie porównywania długości trwania dźwięków, oceniające sprawność CzPI na poziomie milisekundowym; (3) zadanie pozauwagowej percepcji wyróżnionych dźwięków, pozwalające na ocenę sprawności CzPI na poziomie sekundowym; (4) zadanie kontroli hamowania Go/No-Go, służące ocenie sprawności mechanizmów hamowania reakcji.

Wyniki badań ujawniły szereg różnic neuronalnych między grupami W_{CzPI} i N_{CzPI} . Grupa W_{CzPI} w porównaniu z grupą N_{CzPI} , podczas aktywności spoczynkowej mózgu,

charakteryzowała się bardziej stromym nachyleniem widma mocy w obszarach czołowych, co wskazuje na mniejszą zmienność neuronalną, a także może odzwierciedlać bardziej stabilną oraz efektywną komunikację w sieciach neuronalnych. Podczas porównywania długości trwania dźwięków, grupa W_{CzPI} charakteryzowała się wyższą amplitudą późnego potencjału dodatniego (LPC), co może wskazywać na większą precyzję w ocenie subtelnych różnic czasowych na poziomie milisekundowym. Ponadto, podczas zadania kontroli hamowania grupa W_{CzPI} wykazała wyższą amplitudę i krótszą latencję komponentu No-Go P3, co może świadczyć o sprawniejszych mechanizmach uwagowych i hamowania reakcji. Uzyskane wyniki behawioralne były spójne z obserwacjami elektrofizjologicznymi i wskazują, że uczestnicy z grupy W_{CzPI} reagowali szybciej i osiągnęli wyższy poziom wykonania zadania w porównaniu z grupą N_{CzPI} . Natomiast nie wykazano istotnych różnic między grupami w zadaniu pozauwagowej percepcji wyróżnionych dźwięków, co może wynikać z ograniczonej czułości miary opartej na potencjale niezgodności (MMN) lub z braku różnic w sprawności CzPI na poziomie sekundowym w populacji młodych dorosłych.

Podsumowując, uzyskane wyniki wskazują, że indywidualne różnice w sprawności CzPI znajdują odzwierciedlenie w aktywności neuronalnej zarówno w stanie spoczynku, jak i podczas wykonywania zadań poznawczych. Zaobserwowane komponenty EEG, takie jak LPC i No-Go P3, mogą stanowić użyteczne wskaźniki neurofizjologiczne sprawności CzPI, z potencjalnym zastosowaniem zarówno diagnostycznym, jak i w ocenie skuteczności interwencji poznawczych. Uzyskane wyniki dostarczają nowych dowodów na istnienie neurofizjologicznych korelatów różnic indywidualnych w CzPI u zdrowych młodych dorosłych.

ABSTRACT

Temporal information processing (TIP) refers to the neural and cognitive mechanisms that enable the organization, recognition, and interpretation of the temporal structure of events, constituting a fundamental aspect of human cognition. Processes such as perception, attention, language, memory, motor control, and planning are inherently characterized by specific temporal dynamics. Although previous research has shown that TIP efficiency is closely related to overall cognitive performance, most studies have focused on older adults or clinical populations, leaving individual differences in TIP among healthy young adults relatively unexplored. The aim of the present doctoral dissertation was to identify electrophysiological indicators characterizing high (HTE) and low (LTE) temporal efficiency in healthy young adults, both during resting-state brain activity and while performing cognitive tasks.

Eighty-four participants ($M = 23$ years) took part in the study. Their millisecond-level TIP efficiency was assessed using behavioural procedures. Based on performance, two groups were distinguished: HTE ($n = 34$) and LTE ($n = 33$). Both groups completed electrophysiological procedures including (1) resting-state recording to assess differences in the baseline brain activity; (2) a duration discrimination task assessing TIP at the millisecond level; (3) a passive oddball task assessing automatic perception of temporal deviations at the second level; and (4) a Go/No-Go task evaluating inhibitory control ability.

The results revealed several neural differences between the HTE and LTE groups. During resting-state brain activity, the HTE group showed a steeper aperiodic spectral slope in frontal regions, indicating reduced neural variability and possibly reflecting a more stable and efficient pattern of communication within neural networks. During the duration discrimination task, the HTE group exhibited higher Late Positive Component (LPC) amplitudes, suggesting greater precision in evaluating subtle temporal differences at the millisecond level. Furthermore, during the inhibitory control task, the HTE group demonstrated higher amplitudes

and shorter latencies of the No-Go P3 component, which may reflect more efficient attentional allocation and inhibitory control mechanisms. Behavioural results were consistent with electrophysiological findings, showing that HTE participants responded faster and achieved higher task performance compared to the LTE group. No significant group differences were found in the passive oddball task, which may reflect either limited sensitivity of the mismatch negativity (MMN) measure or the absence of group-level differences in TIP efficiency at the level of seconds in healthy young adults.

In summary, the findings indicate that individual differences in TIP efficiency are reflected in neural activity both during the resting state and during cognitive task performance. Event-related potentials such as LPC and No-Go P3 may serve as useful neurophysiological indicators of temporal information processing efficiency, with potential applications in cognitive diagnostics and in the evaluation of the effectiveness of cognitive training interventions. The results provide novel evidence for neurophysiological correlates of individual differences in TIP among healthy young adults.