

Abstract

Whether the adult reading network is metamodally organised remains debated, particularly regarding the role of left ventral occipitotemporal cortex, including the visual word form area (VWFA), in processing written stimuli presented visually or tactually. This dissertation tested whether Braille reading recruits a shared reading network that is also engaged during visual print reading, while still showing differences shaped by input route, task demands, training stage, and sensory experience. Sighted adults were assigned either to a Braille-learning group (N = 17) or to a passive control group (N = 19). Additionally, a separate group of blind Braille readers participated in a single cross-sectional session (N = 21). The experimental battery comprised three block-design lexical decision tasks - visual reading of Polish print, visual reading of Braille strings, and tactile reading of Braille strings - as well as a non-linguistic tactile six-dot detection task. Measurements were repeated during the early and later stages of training. Longitudinally, within the learning group, task-related activation increased relative to the pre-training baseline in both Braille lexical decision tasks. Recruitment of the inferior frontal gyrus was observed after 7 days of Braille training in both tasks, whereas recruitment in the left ventral occipitotemporal cortex, including the VWFA region, was detected after 7 days during visual Braille reading and emerged during tactile Braille reading by approximately 6 weeks. Later post-baseline pairwise comparisons did not show further significant increases. Within-subject conjunction analyses across all three reading tasks identified a left-lateralised core of the reading network, including the inferior frontal gyrus and left ventral occipitotemporal cortex, while both Braille tasks additionally engaged parietal, dorsal occipital, cerebellar, and subcortical regions. In the perceptual tactile six-dot detection task, Braille learners, despite behavioural performance comparable to that of passive controls, showed stronger activation in primary sensorimotor cortices, parietal regions, the inferior frontal gyrus, thalamus, striatum, and cerebellum, indicating greater engagement of reading-relevant and sensorimotor-attentional networks during a task that did not explicitly require reading. Because the corresponding statistical model yielded no main effect of time and no time-by-group interaction, these data do not establish when the learner-control differences emerged; they show only that Braille learners exhibited stronger task-related activation than passive controls when averaged across sessions. In the cross-sectional analysis, blind Braille readers showed stronger occipital recruitment, whereas sighted learners showed greater engagement of frontoparietal control and sensorimotor networks. Together, these findings support shared recruitment of a left-lateralised core of the reading network across visual print and Braille, while indicating that

its broader implementation depends on input route, task demands, training stage, and sensory experience.

Streszczenie

Przedmiotem sporu pozostaje to, czy sieć czytania u dorosłych ma charakter metamodalny, zwłaszcza w odniesieniu do roli lewej brzusznej kory potyliczno-skroniowej, obejmującej obszar określany w literaturze jako obszar wzrokowej formy słów (ang. visual word form area, VWFA), w przetwarzaniu bodźców pisanych prezentowanych wzrokowo lub dotykowo. Celem rozprawy było sprawdzenie, czy czytanie tekstów zapisanych alfabetem Braille’a angażuje wspólną sieć czytania aktywną zarówno podczas czytania wzrokowego, jak i dotykowego, przy jednoczesnym zachowaniu różnic zależnych od drogi wejścia bodźca, rodzaju zadania, etapu treningu i doświadczenia wzrokowego. Widzących dorosłych przydzielono do grupy uczącej się alfabetu Braille’a ($N = 17$) albo do pasywnej grupy kontrolnej ($N = 19$), a odrębną grupę stanowili niewidomi czytelnicy alfabetu Braille’a badani jednorazowo ($N = 21$). Zastosowano trzy blokowe zadania decyzji leksykalnej: wzrokowe czytanie polskiego druku w alfabecie łacińskim, wzrokowe czytanie ciągów znaków zapisanych alfabetem Braille’a oraz dotykowe czytanie ciągów znaków zapisanych alfabetem Braille’a. Dodatkowo zastosowano niejęzykowe dotykowe zadanie wykrywania układu sześciu punktów. Pomiary powtarzano na wczesnych i późniejszych etapach treningu, aby scharakteryzować dynamikę zmian.

W badaniu podłużnym w grupie uczącej się alfabetu Braille’a stwierdzono, że w obu zadaniach decyzji leksykalnej dotyczących bodźców zapisanych alfabetem Braille’a aktywacja związana z zadaniem wzrastała względem poziomu bazowego sprzed treningu. Zaangażowanie zakrętu czołowego dolnego było obecne już po 7 dniach treningu w obu zadaniach wykorzystujących alfabet Braille’a, natomiast zaangażowanie lewej brzusznej kory potyliczno-skroniowej, w tym obszaru VWFA, było widoczne po 7 dniach podczas czytania wzrokowego znaków Braille’a, a podczas czytania dotykiem pojawiało się po około 6 tygodniach treningu. Późniejsze porównania między punktami pomiarowymi po pomiarze bazowym nie wykazały dalszych istotnych zmian. Analizy koniunkcji wewnątrzosobniczej dla wszystkich trzech zadań czytania ujawniły lewostronnie zlokalizowany rdzeń sieci czytania, obejmujący zakręt czołowy dolny oraz lewą brzuszną korę potyliczno-skroniową, natomiast oba zadania wykorzystujące alfabet Braille’a dodatkowo angażowały obszary ciemieniowe, grzbietowo-potyliczne, mózdkowe i podkorowe. W dotykowym zadaniu percepcyjnym polegającym na wykrywaniu układu sześciu punktów osoby uczące się, mimo porównywalnych wyników behawioralnych, wykazywały silniejszą niż pasywna grupa kontrolna aktywację w pierwszorzędowych obszarach czuciowo-ruchowych, obszarach ciemieniowych, zakręcie czołowym dolnym, wzgórze, prążkowi i

mózdzku, co wskazuje na większe zaangażowanie procesów związanych z czytaniem oraz procesów czuciowo-ruchowych i uwagowych podczas zadania, które nie zawierało jawnego wymogu czytania. Ponieważ odpowiadający temu zadaniu model statystyczny nie wykazał ani głównego efektu czasu, ani interakcji czas $\times$ grupa, dane te nie pozwalają określić, kiedy pojawiły się różnice między osobami uczącymi się alfabetu Braille'a a pasywną grupą kontrolną; wskazują natomiast, że po uśrednieniu między sesjami osoby uczące się wykazywały silniejszą aktywację związaną z zadaniem niż grupa kontrolna.

W badaniu przekrojowym niewidomi czytelnicy alfabetu Braille'a wykazywali silniejsze zaangażowanie kory potylicznej, natomiast widzący uczący się alfabetu Braille'a wykazywali większe zaangażowanie sieci czołowo-ciemieniowej oraz czuciowo-ruchowej. Uzyskane wyniki wspierają tezę o wspólnym zaangażowaniu lewostronnego rdzenia sieci czytania podczas czytania druku i tekstów zapisanych alfabetem Braille'a, a zarazem wskazują, że szerszy wzorzec aktywacji tej sieci zależy od drogi wejścia bodźca, wymagań zadania, etapu treningu oraz doświadczenia wzrokowego.