

フォニックスの指導は英単語に対する初期視覚 ERP を増強させる: 日本語を母語とする中学生の事例研究

奥村 安寿子
北 洋輔
稲垣 真澄

国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所 知的障害研究部
国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所 知的障害研究部
国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所 知的障害研究部

文字や単語の学習・指導は、読みの神経基盤を変容させる。英語の読み書きに困難のある子どもにおいては、フォニックス（書記素-音素の対応により単語を読む方法）を含む指導の前後で、読みと関連する神経活動の増強が確認されているが、フォニックス単独および短期的な指導の有効性はこれまで明らかになっていない。本研究では、英単語の読み書きが著しく困難であった中学生女児1名に短期間のフォニックス指導を行い、音読および事象関連電位成分 N170 の変化を検討した。その結果、指導前にはほとんど音読出来なかったが、指導後には80%以上の正答率を示した。指導した語に対する N170 については、振幅の増強および非文字列との振幅差の増大が観察された。これらより、単独かつ短期間のフォニックス指導が外国語としての英語の読みと、それに関わる神経基盤の改善に有効であることが示唆された。

Keywords: 読み書き困難, 英語, フォニックス, 単語認知, 事象関連電位, N170

問題・目的

多くの人々は、標準的な指導により文字をたやすく読めるようになるが、読みが顕著に困難で特別な介入を要する人々も一定数いる。フォニックスは、英語の読み書き困難への代表的な介入法であり、日本の一般的な英語教育では、読みを単語単位で指導するが、フォニックスでは書記素と音素の対応規則を提示し、それを単語に適用して読むよう指導する(図1)。

フォニックスを含む介入は読み自体に加え、読みに関わる神経活動を向上させることが示されている。機能的脳画像研究では左半球の下前頭、上側頭/下頭頂後部、下後頭側頭等の読み関連領域において、介入後に賦活の増強が認められた (Barquero et al., 2014)。事象関連電位 (Event-related potential, ERP) においても、単語処理と関わる複数の成分で介入後の振幅増強が示されている (e.g., Spironelli et al., 2010)。しかし、先行研究の介入は語彙や読解の指導も含んでおり、フォニックスの単独の効果は明らかでない。また、多くは長期指導後の変化であり (1日1-2時間, 数ヶ月), 教育場面に適した短期的な指導の効果は検討されていない。

そこで本研究では、英語学習に顕著な困難を示した中学生女児1名に単独かつ短期間のフォニックス指導を行い、英単語音読とERP成分N170の変化を検討した。N170は、視覚刺激に対して後頭側頭部優勢に惹起される陰性電位で (頂点潜時約170 ms)。主に左後頭等側頭部で、学習された文字列に対し非文字列よりも増強する特徴を持つ (e.g., Bentin et al., 1999)。そのため、フォニックスの効果は、指導した英単語に対する N170 の振幅と特殊化 (非文字列との振幅差) の増大に反映されると予想された。

方法

対象児 中学2年生の女児1名 (13歳, 右利き) が参加した。知能は正常域で (WISC-IV : FSIQ89), 日本語で

軽度の学習困難があった (K-ABC2 : 習得度総合73)。英語学習で顕著な躓きを示し、事前検査では、アルファベットの呼称が不完全 (正答: 小文字16, 大文字22), 音声単語と綴りが対応しない (例: handに対しtennisを選択, 正答1/16語), 読める単語がない等が確認された。これらより、知能と日本語での習得度からは想定されない英語学習困難があると判断された。

介入手続き 3期 (A, B, B') からなる英単語の読み指導を実施した。1期は5週間であり、週1回1時間の個別指導と1日10分, 週7日間の家庭学習により毎週10語, 各期40語, 計120語を指導した。A期は単語単位で読む通常の方法, B・B'期にはフォニックス法で指導を行い、後者の手順は 1) 書記素と音素の対応, 2) 単語を1文字ずつ音素に変換, 3) 音素をまとめて単語の発音を得るであった (図1)。単語提示にはiPadを用い、家庭で読めないときは録音で確認してもらった。

評価 (音読・ERP) 各期の前後に指導語の音読正答数を調べた。ERP計測の刺激は介入で用いた英単語 (単語A, B, B', 計120語), 子音列および記号列 (各40刺激) であり、灰色画面の中央に黒字で提示された (提示時間: 750 ms, 刺激間隔: 1050-1450 ms)。刺激はブロック別に提示され (各2ブロック), 対象児は同一刺激が2回連続したら反応するよう求められた。脳波は頭皮上26箇所から鼻尖基準で導出し (バンドパス 0.1-30 Hz, サンプリング512 Hz), 非標的刺激的提示前200 msから提示後700 msまでを加算平均した (基線: -200-0 ms)。アーチファクト ($\pm 125 \mu V$ 以上) および行動反応が含まれた試行は除外した。

介入 A 期: 通常の指導法

cat = /kæt/ (キャット)

介入 B・B'期: フォニックス法

d = /d/ (ドウッ) o = /ɔ/ (オ) g = /g/ (グッ)
dog = /d/ + /ɔ/ + /g/ = /dɔg/ (ドッグ)

図1. 音読指導方法の概要

結果

音読 介入前後の音読正答数を表1に示した。各期とも指導前にはほとんど読めず、A期終了時にも50%未満にとどまった。これに対し、B・B'期の終了時には80%以上の単語を正しく音読出来た。B・B'期の新規習得率を、二項検定によりA期と比較したところ、いずれも有意に異なることが示された ($p < .05$)。

表 1. 介入による音読成績の変化

介入期 (単語)	指導前 正答-誤答 (正答%)	指導後 正答-誤答 (正答%)	新規習得率 (%)
A	0-40 (0)	19-21 (47.5)	47.5
B	0-40 (0)	32-8 (80.0)	80.0
B'	9-31 (22.5)	35-5 (87.5)	83.9

新規習得率 = (指導後正答数 - 指導前正答数) / 指導前誤答数

ERP 介入A・B期の結果より、フォニックス法の有効性が示されたため、B'期の前後にERPの計測を行った。図2Aは、両側後頭側頭部 (P7, P8) で得られた加算平均ERPを示す。全刺激に対して主に右半球優位なN170が惹起され、全体として記号列より文字列で陰性であった。刺激提示後150-180 msの平均電位を指導前後で比較したところ、単語B'についてP7を中心に明瞭な陰性増強が生じ、他の文字列ではあまり変化がなかった (図2B, D)。文字列-記号列の振幅差についても同様の変化が観察され (図2C)、B'期に指導した英単語についてN170の増強と特殊化の向上が示された。

考察・結論

単独かつ短期的なフォニックスの指導は、英語学習に顕著な困難を示した中学生女兒の英単語音読を大幅に改善し、通常の指導法よりも有効であることが示された。さらに、指導した語に対するN170において、学習された文字列に特異的な応答が増大し、本介入法は行動および神経基盤の両レベルで、対象児の英単語読みを改善したことが示唆された。

ただし、文字列に特異的なN170は左半球優位性を特徴とするのに対し (e.g., Bentin et al., 1999), 対象児のN170は右半球優位から両側性になった (図2D)。これは、読みを学び始めた子どもが示すN170の変化と類似しており (Maurer et al., 2006), 本介入は英語読みの神経基盤の初期発達を促進したと考えられる。また、両側性のN170は文字列全体ではなく個々の文字の処理を反映することが指摘されており (Okumura et al., 2015), 対象児の英単語処理は単語レベルではなく、文字レベルで向上した可能性がある。従って、対象児における英語の読み学習にはまだ多くの介入余地があると言え、同じ指導の継続で更なる向上が得られるか、あるいは語彙や流暢性といった他の側面を指導する必要があるかについては今後の検討が待たれる。

結論として、単独かつ短期的なフォニックス指導は英語の読みとその神経基盤の基礎形成に寄与した。同様の介入が日本語母語児一般に有効であるか否かについては事例数の追加、指導・介入デザインの比較検討、外国語としての英語学習過程の解明等を通じて明らかにしていく必要がある。

引用文献

Barquero, L. A., Davis, N., & Cutting, L. E. (2014). Neuroimaging of Reading Intervention: A Systematic Review and Activation Likelihood Estimate Meta-Analysis. *PLoS One*, 9.

Bentin, S., Mouchetant-Rostaing, Y., Giard, M. H., Echallier, J. F., & Pernier, J. (1999). ERP manifestations of processing printed words at different psycholinguistic levels: Time course and scalp distribution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 235-260.

Maurer, U., Brem, S., Kranz, F., Bucher, K., Benz, R., Halder, P., ... Brandeis, D. (2006). Coarse neural tuning for print peaks when children learn to read. *NeuroImage*, 33, 749-758.

Okumura, Y., Kasai, T., & Murohashi, H. (2015). Representational Levels of Bilateral N170 for Japanese Hiragana Strings during Focal Spatial Attention to Letters. *Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology*, 33, 5-17.

Spironelli, C., Penolazzi, B., Vio, C., & Angrilli, A. (2010). Cortical reorganization in dyslexic children after phonological training: Evidence from early evoked potentials. *Brain*, 133, 3385-3395.

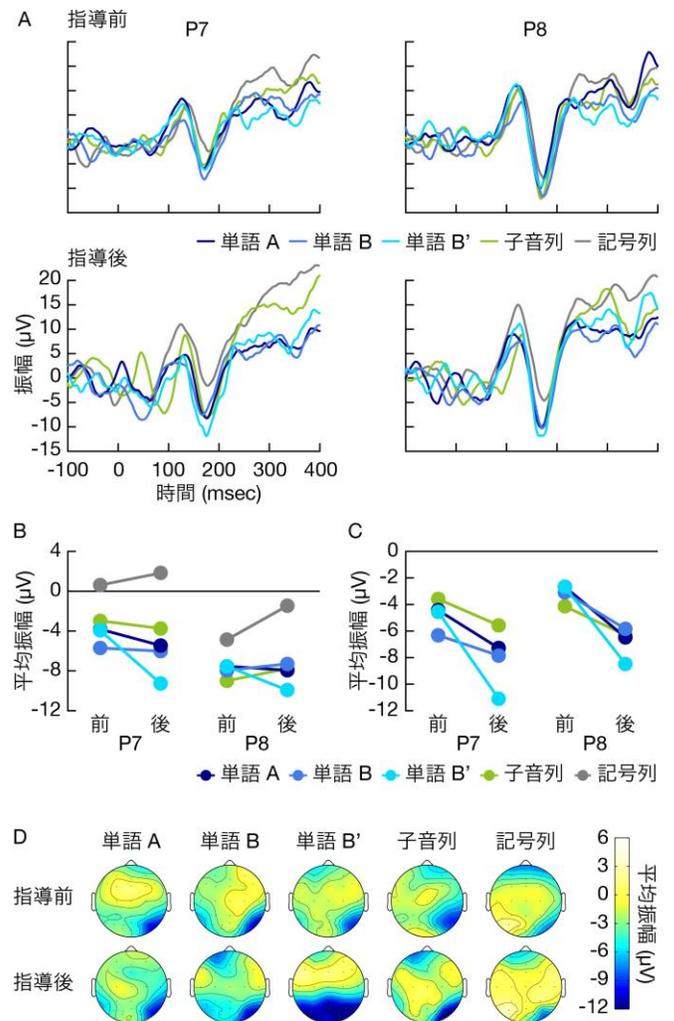


図 2. 後頭側頭部 (P7, P8) で得られた加算平均 ERP (A) および刺激提示後 150-180 ms の平均振幅 (B: N170 振幅, C: 記号列-文字列の振幅差, D: 頭皮上分布)。