

読みに対する音韻スキルプログラムと音楽プログラムの効果

The Effects of Syllable and Musical Programme on Reading

菊野 雄一郎

(保育学科)

キーワード：ディスレクシア、読み、音韻スキル、音楽プログラム

1. はじめに

私達は新しい単語を学ぶ力を獲得することで、会話や文書によるコミュニケーションをスムーズにできるようになる (Baron, Hogan, Alt, Gray, Cabbage, Green & Cowan, 2018)。しかし、ディスレクシア児の場合、新しい単語を学習することが困難になり、語彙量が少なく、読解力、学力、雇用の機会の減少、生活の質の低下を招くことが指摘されている (Adlof, Baron, Bell & Scoggins, 2021)。そこで、ディスレクシア児に対して、Orthography 法やモデリング法などはじめいろんな支援が試みられている (例えば、Baron, Hogan, Alt, Gray, Cabbage, Green & Cowan, 2018; Bhide, Power, & Goswami, 2013)。本論文では、ディスレクシア児への支援に関する研究を展望し、有効な支援とは何かについて考えたい。特に、ディスレクシア児の読み能力に対する音韻スキルプログラムと音楽プログラムの支援の効果について展望したい。

2. 音韻スキルプログラムについて

子どもに文字や文の読み方を支援する音韻スキルプログラムを見てみたい。音韻スキルプログラムに、Orthography 法、DTP 法、SLTR 法、Subsyllabic 法などがある。本節では、音韻のスキルプログラムの有効性を検討したい。

1) Orthography 法

文字の読み方を促進する手法として、Orthography 法(以下、OG 法)がある。いろんな言語で、単語の綴りが発音の表記と一致していない。例えば、日本語の場合、「私は」の「は」は「ha」ではなく「wa」と発音する。英語の場合、know は「knóu」ではなく「núu」と発音する。このように、単語の綴りが発音の表記と一致していない場合、子どもや初学者がそれらの単語を正確に読むことが難しい。ディスレクシア児・者の読みに、OG 法は有効である。

Baron, et al. (2018)は、子どもが単語を正しく習得する過程を以下のように仮定している。子どもがエレベータ(elevator)に乗った時に、母親が「eləvetə」と発音する。子どもは「eləbetə」と誤った phonological 表象を記憶し、知識

として貯蔵する。その後で、その子どもが「elevator」の単語 (orthographic 表象)に「v」の文字を見て、最初に形成した phonological 表象の誤りを認識し修正する。定型発達児が綴りと発音の表記と一致していない単語に遭遇した場合、Orthography を提示することで、単語を正しく学習できると仮定されている(Rosenthal and Ehri, 2008 など)。

ディスレクシア児の読みにとってこの OG 法は有効なのだろうか。Baron, et al. (2018)は、ディスレクシア児を参加児として Orthography 法の促進効果を調べている。実験では、7 歳から 9 歳のディスレクシア児と定型発達児を参加児として、「疑似単語 (pseudoword)」と「モンスター」の 4 対を学習する対連合学習課題を実施した。疑似単語は、子音・母音・子音 (CVC) で構成された単語であった。他方、semantic referents であるモンスターは、目や腕をピンク色、青色、赤色、橙色の彩色画で描かれていた。学習時に、4 対の内 2 対は OG 法を用いて提示され、残りの 2 対は OG 法を用いないで提示された。

本課題はトレーニング段階、学習段階、アセスメント段階で構成されていた。「トレーニング段階」は、課題の理解のために練習課題を行った。「学習段階」では、orthography 有条件と orthography 無条件で手続きが異なっていた。orthography 無条件では疑似語(例えば、/dimbarg/)を音声で提示し、4 つのモンスターから、その疑似語に相当するモンスターを選択させた。orthography 有条件では、音声による疑似語と orthography (例えば、deembieg) を提示し、疑似語に相当するモンスターを選択させた。正しいモンスターを選択できた時は、画面に金貨と音が流れた。学習段階で 4 つの課題が終了すると、アセスメント段階に移った。「アセスメント段階」では、命名、発音の間違いの検出、視覚的特徴の再生、視覚的違いを判断する 4 つの課題が行われた。命名課題では、モンスターの名前を想起する課題であった。その結果、Orthography が無い条件に比べ、Orthography が有る条件で、疑似語をより正確に想起できた。この結果は、ディスレクシア児が話し言葉を学習する際に、Orthography の提示で促進効果が得られることを示唆している。

ところで、全ての言語において OG 法が有効であるのだろうか。この点に関して、Tressoldi, Vio, & Iozzino (2007)は、OG 法の促進効果について、読者が学ぶ言語によって異なることを示唆している。たとえば、イタリア語とドイツ語では、正確さは通常ほぼ完璧であるが、英語またはデンマーク語では Orthography-音韻の法則を学習するのに苦労していることが報告されている (Landerl, Wimmer, & Frith, 1997; Seymour, Aro, & Erskine, 2003)。これらの結果は、OG 法が全ての言語に有効とは限らないことを示唆している。

2) DTP 法

読みの治療プログラムとして、DTP 法(Dyslexia Training Program)がある。

Oakland, Black, Stanford, Nussbaum, & Balise (1998)によると、DTP は、Orton-Gillingham 法から派生した方法で、読みと綴りについての *Phonic skills* を教える治療プログラムである。なお、Orton-Gillingham 法は、言語規則システムを意識的に使用させることで読みとスペリングを指導するために、理解とメタ認知的処理を教える必要があるとの理論に基づいて作られている。DTP のコアカリキュラムでは、文字認識など基本的な能力の学習から始まり、多音節の単語の音節化とコーディングなど高度なレベルの言語知識の学習へ徐々に進めるようになっている。カリキュラムを進めるにつれて、学習者は広範な語彙、スピーチの音を示すコードマーク、単語のデコードに関連する記号と略語、音節の分割とスペルの式を学習する。

この DTP 法は、ディスレクシアの人に有効なのだろうか。この点について、Oakland, et al.(1998)は、DTP のプログラムの効果について検討している。ディスレクシアの大学生を実験群、定型発達の大学生を統制群として実験に参加した。実験群は、週 5 日、年間10 か月の DPT のプログラムを 2 年間受けた。統制群には、スキルの練習が少ない通常の読み指導が行われた。DTP が読みとスペリングの力に促進効果があるかどうかを検討している。実験群では、教授者と学習者が対面で受講する条件と学習者がビデオテープで受講する条件を設けた。その結果、統制群に比べ実験群のディスレクシアの大学生の読みが促進した。また、ビデオテープによるプログラムを受けた学生と教授者との対面でプログラムを受けた学生との間で読みの改善に違いは見られなかった。これらの結果は、ディスレクシア児・者にとって、DTP が読みや理解の促進に有効であることを示唆している。

3) SLTR 法

ディスレクシアへの支援として、SLTR (Span Limited Tactile Reinforcement) 法がある。Schneps, O'Keeffe, Heffner-Wong, & Sonnert (2010)によると、SLTR 法は読みに障害のある子どもが、テキストを読むときに必要な注意力と作業記憶のデマンドをコントロールするのに役立つと考えている。SLTR 法では、iPod にテキストが複数列で表示される。子どもは、まず最上行を読み、さらに次の列を読み進めるようになっている。子どもは自分の指でテキストを読み進める。テキストを提示する e-reader では、視覚的注意と眼球運動制御への要求を軽減し、読みに障害のある人の読みの労力を軽減できる。

SLTR 法はディスレクシアの人に有効なのだろうか。Schneps, Thomson, Chen, Sonnert, & Pomplun (2014)は、SLTR 法の有効性を検討している。ディスレクシアの人は、視覚的注意の欠如および動眼神経制御が不十分であることが示唆されている(Schneps, et al., 2010)。これらの問題に対して、SLTR 法

で e-reader を使うことにより、視覚的注意と眼球運動制御へのデマンドを軽減し、ディスレクシアの人の読みの労力を軽減できることが仮定されている。

実験では、ディスレクシアの人にとって、紙で読む従来の方法よりも、SLTR を用いた方が読解力と読み速度が優れるという仮説を検討した。そのため、ディクレシアの高校生を参加者とし、紙で文を読む条件と、iPod で e-reader を読む条件とを比較した。その結果、紙で文を読む条件に比べ、e-reader で文を読む条件の方が、ディクレシアの読みの速度と理解が向上した。促進効果の原因として、e-reader の使用により、ディクレシアは、短い行のテキストに注意を向け、文を読むための注意が改善されたことが原因だと仮定している。

また、Schneps, Thomson, Sonnert, Pomplun, Chen, & Heffner-Wong (2013)は、アイトラックを用いて e-reader の有効性について検討している。そこで、小さな画面のe-reader(Apple iPod Touch)と大きなタブレット(iPad)での読みを比較している。その結果、iPad での読みに比べ、iPod での読みの方が、眼球運動の成績が著しく向上した。この結果は、注意という観点からテキストが狭い範囲で提示されることが重要だと示唆している。研究結果は、iPad や iPod Touch など e-reade のテキストを読む SLTR 法はディスレクシアの人の読みや理解に有効であることを示唆している。

4) Subsyllabic 法

Subsyllabic 法(以下、SS 法)では、文の音節をボックスで囲ったり違う色を使うことで、音節を視覚的に識別することを促進する方法である。Tressoldi, Vio, & Iozzino (2007)は、SS 法がディスレクシア児の読みを向上させるのに有効性かどうかを調べている。実験では、2 から 8 年生のディスレクシア児を参加児とし、「自己ペースで音節識別を行う SS 法」「自動で音節識別を行う SS 法」「Linguistic 法」の 3 つの条件で読みを学習させた。

「自己ペースで音節識別を行う SS 法」では、コンピューターのスペースキーを押して、左から右へ文の音節を識別した。他方、「自動で音節識別を行う SS 法」では、自動的に左から右へ文が移動して音節を識別した。課題では、文をできるだけ速く正確に読みその内容に注意を払うように求めた。

「Linguistic 法」では、音のブレンディングや合成など、音の読みを改善の練習を行った。読みを間違った場合には、フィードバックを与えた。この方法では、個々の単語と単純なテキストの読みの支援を行ったが、単語の個々の音節や埋め込まれた音節を認識するための体系的な練習は行われなかった。

その結果、Linguistic 法よりも SS 法で練習した方が読みの促進効果が見られた。2 つの SS 法は共に、ディスレクシア児の読みを促進した。この結果は、適切なトレーニングが、ディスレクシアの読みの力を向上できることを示唆している。Tressoldi 達は、SS 法が促進効果の重要な要素として、文内の単語の

音節を視覚的な認識、自動化された速度での音節の識別、音節を迅速な認識をあげ、これらの要素が読みの流暢さを向上させたのだと仮定している。

3. 音楽トレーニングによる支援について

綴りと音韻の関係についての法則を学習者に示し綴りの読みを教授・学習する Phonics 法が、ディスレクシア児の支援として用いられている。Thomson, Leong, & Goswami (2013)は、従来の研究を展望して、Phonics 法が最も効果的であることを示唆している(National Institute of Child Health & Human Development, 2000; Torgesen et al., 2007)。しかし、読み障害のリスクが最も高い子どもの 2%から 6%は、Phonics 法を行っても、ほとんど進歩しないとの結果があることについても言及している。また、Bhide, Power, & Goswami (2013)は、系統的な教授法を用いても、子どもの 5%から 17.5%の読みが、流暢にならない研究結果が認められることを指摘している。

1) 先行スキルとしての聴覚処理の障害とディスレクシア

なぜ Phonics 法を用いても、ディスレクシアの子どもの読みが促進されないのだろうか。Thomson, Leong, & Goswami (2013)は、学習者が読みのための先行スキル (precursor skill) の保持が原因だと推察している。学習者が、視覚的識別、言語的短期記憶、聴覚などの先行スキルがないと、Phonics 法は有効にならない。学習者の聴覚知覚スキルが低いと、音韻処理と識字能力の低下を生じ、Phonics 法の効果が有効にならないと仮定している(McArthur, Ellis, Atkinson, & Coltheart, 2008; Witton et al., 1998)。

ディスレクシアにとって考慮すべき先行スキルとは何か。Thomson 達は、ディスレクシア児は、先行スキルとして基本的な聴覚的処理に問題があるのではないと仮定している。Tallal, et al. (1980, 2004)は、高速で提示された音処理の障害が、ディスレクシアの音韻障害の基礎であると仮定する RAPD (Rapid Auditory Processing Deficit) 理論を提唱している。この理論を支持する結果として、高速の時空間的手がかりについての知覚障害と読み書きの障害と因果関係があることが、研究で認められている (De Martino, Espesser, Rey, & Habib, 2001; Reed, 1989; Tallal, 1980, 2004)。ディスレクシア児で高速の聴覚処理に限界が認められている (Heath & Hogben, 2004a, b)。

特に、Thomson 達は、ディスレクシア児は、聴覚処理で「音の立ち上がり時間(rise time : 以下 R-TIME)」を知覚するのに障害があると仮定している。R-TIME とは、振幅エンベロープ(amplitude envelope)の開始率である。たとえば、破裂音 (BA など) で始まる音節は急速に始まり、R-TIME が急激で速くなる。他方、流音 (WA など) で始まる音節は、開始が遅くなり、R-TIME が遅くなる。したがって、R-TIME の知覚が音声構造の表象にとって重要であ

る (Goswami et al., 2011a, b)。発話リズムを知覚するために、R-TIME が主要な決定要因であるが、ディスレクシアの子どもでは、R-TIME を正確に知覚する過程で障害が見られると仮定される。

Thomson 達は、ディスレクシア児にリズムの知覚を直接のターゲットとする介入プログラムの有効性を調べようとした。そこで、ディスレクシア児に聴覚感覚障害 (auditory sensory difficulties) と R-TIME の障害を伴うリズム知覚の障害 (rhythmic perceptual difficulties) があると仮定する「立ち上がり時間仮説 (rise time hypothesis)」を建て、その仮説に基づいて聴覚訓練プログラムを考案している。この聴覚訓練プログラムでは、R-TIME の識別を直接的に訓練し、また、ドラムゲームと反復発話 (reiterative speech) パラダイムを介して、発話における非発話リズムと韻律ストレスパターンの知覚を訓練した。このプログラムの効果を検証するため、ディスレクシア児を参加児として、音声トレーニングに基づく介入とリズムに基づいた介入の 2 つの聴覚処理介入の有効性を比較している。そこで、リズムカルな介入を行うことにより、子どもの聴覚の R-TIME の知覚に直接的なプラスの効果をもたらすと予想した。

実験計画として、ディスレクシア児が、新奇リズム処理介入群、音素識別介入群、コントロール群の 3 群の 1 つに割り当てられた。新奇リズム処理介入群は、非音声および音声刺激の聴覚リズム情報を強調するように設計されていた。音素識別介入群は、市販の音素識別を用いた介入群であった。コントロール群は、介入を行わなかった。そして、これらの介入は 6 週間続けられた。

その結果、新奇リズム処理介入群と音素識別介入群のどちらの介入群でも、韻と音素レベルの両方において大きな効果が見られた。両プログラムにおいても、識字率の結果の測定値で中程度の効果を示したが、コントロール群と比較すると増加は有意でなかった。これらの結果は、リズムカルなトレーニングが、効率的なリテラシーの習得に不可欠な音韻スキルの発達に重要な役割を果たすことを示唆している。すなわち、聴覚訓練プログラムにおいて韻律/リズムと音素の両方の手がかりを組み合わせることにより、ディスレクシアの子どもに恩恵がもたらされる可能性があることが示唆される。

2) 音楽トレーニング法による読みの支援

Bhide, Power, & Goswami (2013) も、音楽のリズム知覚、音韻処理、書かれた言語発達との間で関連があり、読みの支援として、音楽トレーニング法が有効であると仮定している。特に、R-TIME を知覚する際の個人差は、読みの障害や音韻に関連している点が重要なポイントになる。そのため、リズムに焦点を当てた音楽トレーニングが読みに問題のある子どもにとって利益をもたらす可能性があるとは仮定している。そこで、Bhide 達は音楽ゲームを介して子どものリズム能力を訓練し、音楽のリズムを言語のリズムにリンクすることが、

R-TIME の感度、読み、音韻に影響を与えるかどうかを検討した。音楽的介入は、ディスレクシアで障害を受けているリズム知覚のすべての要素を魅力的で楽しい方法で訓練することを目的としていた。

実験では、6 歳から 7 歳の読みの困難な子どもを参加児として、音楽的支援が読みや音韻認識のスキルを促進するのかを検討している。半分の子どもは音楽介入の条件に参加し、残りの半分が GraphoGame 介入に参加した。音楽介入では、「メトロノームと同時にスペースバーをタップする課題」「2 つのメトロノームテンポで同じか異なるかを判断する課題」「2 つの短いリズムが、同じか異なるかを判断する課題」「短いリズムを模倣する課題」「R-TIME を弁別する課題」「曲のビートに合わせて拍手と行進をする課題」「手拍子ゲームを歌ったり遊んだりする課題」「詩を聞きそのリズムについての質問に答える課題」「Dee-Dee game 課題」を行った、これらの課題を 4 から 5 回行った。Dee-Dee game 課題では、子どもは有名な映画の登場人物の写真を見て、コンピューターがその写真に対して「DeeDees」と 2 回命名する。その内、1 回は正しく命名し、もう 1 回は間違えて命名する。子どもは、正しい答えを選択するために、音節の強勢パターンに耳を傾ける必要があった。他方、GraphoGame では、子どもはコンピューターが話す音、韻、言葉を聞き、それらと綴りをマッチさせるか、その言葉が韻を踏んでいるかを判断する課題を行った。

その結果、音楽トレーニングは GraphoGame Rime による直接介入と同程度の効果があることが認められた。この結果は、子どもにリズムカルなトレーニングを与え、非言語的なリズムを言語のリズムにリンクさせることが、識字能力の習得と音韻スキルにプラスの効果があることを示唆している。音楽的介入が、文字と音の対応の直接訓練に匹敵するだけの識字能力の向上につながっていること、介入の過程でのリズムカルなエンタテインメントを改善することで、読み得点の増加と強く相関していることが示された。

3) 音トレーニングの読みへの影響についての神経生理的基盤

神経生理的側面で、音楽トレーニングは読みにどのような影響を与えているのだろうか。Zuk, Perdue, Becker, Yu, Chang, Raschle, & Gaab (2018) は、音楽トレーニング効果が、音韻処理が神経生理的にどのような作用をしているのかを検証している。そこで、fMRI を利用して、音楽的に訓練された定型発達児、音楽的に訓練されていない定型発達児、音楽的に訓練されていないディスレクシア児における音韻処理の神経相関の違いを調べている。

その結果、定型発達児と比較して、ディスレクシア児の側頭頭頂の低活性化が認められた。他方、音楽的に訓練された子どもは、音楽的に訓練されていないグループに比べ、側頭頭頂領域でより大きな両側性の活性化を示した。音楽トレーニングは、読みに重要であると仮定される左半球領域の強化された両側

性活性化との関連を示した。これらの結果は、音楽トレーニングによるこれらの領域の関与が、読みの発達に対する音楽による効果の根底にある可能性を示唆している。また、この結果は、音楽トレーニングにより、左半球の側頭頭頂領域において、非定型機能を持つ子どもの両側の代償性神経回路網の発達を促進するのだと仮定する仮説を支持している。

4. まとめ

本論文では、ディスレクシアに対する支援として、音韻スキルプログラムと音楽プログラムについての研究を展望してきた。音韻スキルプログラムについては、Orthography 法、DTP 法、SLTR 法、Subsyllabic 法の効果について評論した。Orthography 法では、単語の発音の表記を教示する。この方法では綴りが発音の表記と一致しない単語などの読みには有効であることが認められているが、読者が学ぶ言語によって効果が異なることを示唆している。音韻スキルプログラムには多様な方法がある。これらの方法は理論的に対立するものではなく、ディスレクシア児・者にとって相補的な方法であると考えられ、それぞれの子どもの特性に従って、いろんな方法を組み合わせて用いるのが有効ではないかと考えられる。音楽トレーニング法は、読みの先行スキルである聴覚処理を習得するのに効果的であることを示し、Phonics 法では改善されない問題点を克服するのに有効な方法であると考えられる。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費（課題番号 21K02401、代表：菊野雄一郎）の助成を受けたものです。

【引用文献】

- Adlof, M.A., Baron, L., Bell, A.A., & Scoggins, J. (2021) Spoken word learning in children with developmental language disorder or dyslexia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64, 2734–2749.
- Baron, L.A., Hogan, T.P., Alt, M., Gray, S., Cabbage, K.L., Green, S. & Cowan, N. (2018) Children with dyslexia benefit from orthographic facilitation during spoken word learning. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 61, 2002–2014
- Bhide, A., Power, A., Goswami, U., (2013) A rhythmic musical intervention for poor readers: a comparison of efficacy with a letter-based intervention. *Mind, Brain and Education*. 7, 113–123
- De Martino, S., Espesser, R., Rey, V., & Habib, M. (2001). The “temporal

- processing deficit” hypothesis in dyslexia: New experimental evidence. *Brain and Cognition*, 46, 104–108.
- Hämäläinen, J., Leppänen, P.H.T., Torppa, M., Müller, K., & Lyytinen, H. (2005) Detection of sound rise time by adults with dyslexia. *Brain and Language*, 94, 32–42.
- Heath, S. M., & Hogben, J. H. (2004b). The reliability and validity of tasks measuring perception of rapid sequences in children with dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 1275–1287.
- Huss, M., Verney, J. P., Fosker, T., Mead, N., & Goswami, U. (2011). Music, rhythm, rise time perception and developmental dyslexia: Perception of musical meter predicts reading and phonology. *Cortex*, 47, 674–689.
- Landerl, K., Wimmer, H., & Frith, U. (1997). The impact of orthographic consistency on dyslexia: A German–English comparison. *Cognition*, 63, 315–334.
- McArthur, G. M., Ellis, D., Atkinson, C. M., & Coltheart, M. (2008). Auditory processing deficits in children with reading and language impairments: Can they (and should they) be treated? *Cognition*, 107, 946–977.
- National Institute of Child Health & Human Development (2000). *Report of the National Reading Panel. Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction: Reports of the sub-groups*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Oakland, T., Black, J., Stanford, G., Nussbaum, N.L., & Balise, R.R. (1998) An Evaluation of the Dyslexia Training Program: A multisensory method for promoting reading in students with reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 31, 140–147.
- Reed, M. A. (1989). Speech perception and the discrimination of brief auditory cues in reading disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48, 270–292.
- Rosenthal, J., & Ehri, L. C. (2008). The mnemonic value of orthography for vocabulary learning. *Journal of Educational Psychology*, 100, 175–191.
- Schneps, M.H., O’Keeffe, J.K., Heffner-Wong, A., & Sonnert, G. (2010) Using technology to support STEM reading. *Journal of Special Education Technology*, 25, 21–32.
- Schneps, M.H., Thomson, J.M., Sonnert, G., Pomplun, M., Chen, C., &

- Heffner-Wong, A. (2013) Shorter lines facilitate reading in those who struggle. *PLoS ONE*, 8, 1-16
- Schneps, M., Thomson, J.M., Chen, C., Sonnert, G., & Pomplun, M. (2014) E-Readers are more effective than paper for some with dyslexia. *PLoS ONE*, 8, 1-16
- Seymour, P. H. K., Aro, M., & Erskine, J. M. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *The British Journal of Psychology*, 94, 143–174.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9, 182–198.
- Tallal, P. (2004). Improving language and literacy is a matter of time. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 721–728.
- Thomson, J.M., & Goswami, U., (2008) Rhythmic processing in children with developmental dyslexia: Auditory and motor rhythms link to reading and spelling. *Journal of Physiology - Paris* 102, 120–129.
- Thomson, J.M., Leong, V., & Goswami, U. (2013) Auditory processing interventions and developmental dyslexia: a comparison of phonemic and rhythmic approaches. *Read Writ.* 26, 139–161.
- Torgesen, P.E., Vio, C., & Iozzino, R. (2007) Efficacy of an intervention to improve Fluency in children with developmental dyslexia in a regular orthography. *Journal of Learning Disabilities*, 40, 203–209.
- Tressoldi P.E., Vio, C., & Iozzino, R. (2007) Efficacy of an intervention to improve fluency in children with developmental dyslexia in a regular orthography. *Journal of Learning Disabilities*. 40, 203-209
- Witton, C., Talcott, J. B., Hansen, P. C., Richardson, A. J., Griffiths, T. D., Rees, A., et al. (1998) Sensitivity to dynamic auditory and visual stimuli predicts nonword reading ability in both dyslexic and normal readers. *Current Biology*, 8, 791–797.
- Zuk, J., Perdue, M.V., Becker, B., Yu, X., Chang, M., Raschle, N.M., & Gaab, N. (2018) Neural correlates of phonological processing: Disrupted in children with dyslexia and enhanced in musically trained children. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 34:82-91.