

Author: C. C. Duncan, R. J. Barry, J. F. Connolly, C. Fischer, P. T. Michie, R. Naatanen, J. Polich, I. Reinvang and C. V. Petten

Year: 2009

Title: Event-related potentials in clinical research: Guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400

(文末に詳細な書誌情報があります)

訳：渡辺隼人

1.1 Event-related potentials defined

Event-related potentials (事象関連電位, ERP)は、生体脳の情報の一時的な(傾向, 流れ)をモニタリングする, もっとも情報があり(informative),動的な方法のひとつである. ERP を構成する電圧のふれ (voltage deflections) は, 感覚情報の受容と処理や, 選択的注意, 記憶の更新, 意味の理解, および他のタイプの認知的活動を含む高次レベルの処理を反映する. ERPs は物理的,あるいは心的なイベントの時間にリンク(連結, 連鎖)し, ふつう信号平均の方法によって頭皮上で記録された electroencephalogram (脳電図, EEG) から分離(extract)される. ERP 成分(component)は, その陽性/陰性の極性¹, 潜時(latency), 頭皮上分布 (scalp distribution), および実験変数との関係によって定義される. ERPs は健常のヒトの能における認知過程研究の非侵襲(non-invasive)的で, 非常にすぐれた時間解像度(分解能; temporal resolution)を持つ方法であり, それゆえ病理的状态の算定の方法も提供しうる.

ERP 成分のシーケンスと潜時は, ミリセカンド単位における処理過程の活動の時間コースに沿っており, その振幅は, 特定の認知過程に対する神経リソースの配分(allocation)の程度を示す. ERPs は情報処理過程(たとえば, 聴覚弁別の精度, 予期(expectancy), 意味処理過程)に関わる変化に敏感であり, 伝統的かつ限定的なパフォーマンスの尺度(行動反応の精度と速度のような)を補完する. ERP 成分を反映する認知操作(operation)は, 特定の脳システム(ある場合は, すでに線引きされている)によって支持される(たとえば, Giard et al., 1995; Pineda, 1995; Nieuwenhuis et al., 2005). 成分の逸脱(deviation)は, それゆえ, 脳の機能不全の性質と位置についての推定を導く. 長潜時の成分を

¹ 記録電極と参照(reference)電極の差の電圧

生成する脳構造とシステムは、短潜時の感覚成分に由来するものより複雑である。それにもかかわらず、それらの認知的成分の神経的ジェネレータは、非常に特定的に(**specificity**)特徴づけられており、その振幅、潜時、あるいは頭皮上分布における異常は有益な診断情報を提供することになる。加えて、**ERPs** は近年、損傷の深刻さの尺度として見込まれており、脳卒中(**stroke**)や他の脳の外傷からの回復の予測をするのに価値を見いだされている (**Fischer et al., 1999, 2000, 2004, 2006**)。

1.2. ERPs in clinical research

その高い情報分析の有用性にもかかわらず、臨床的な障害(**clinical disorder**)の調査における認知的 **ERPs** の応用のための方法と手続きは、感覚惹起電位のそれと同程度には体系化されていない (**Chiappa, 1997**)。International Federation of Clinical Neurophysiology (国際医療神経生理学連合, **IFCN**)の理事会は、それゆえ我々に、臨床群 (**clinical populations**) における脳機能の評価のための認知的 **ERPs** の使用のガイドラインを開発するよう求めた。

我々の焦点は、臨床的な有用性を確立している3つの主要な認知的成分にある。mismatch negativity (ミスマッチ陰性電位, **MMN**), **P300**, および **N400** である。これらの **ERP** 成分のそれぞれは、惹起する刺激、技術的な記録方法、および定量化の方法が良く特徴づけられている。更に、各々の成分は、それが反映する神経認知的過程に操作的に関連する。それらの成分の基礎研究は、臨床的障害の調査のためにそれらを応用することを導き、有効な将来性を示している。他の認知的 **ERPs** もまた、臨床的な問題点に接近するために利用され続けている (たとえば, **contingent negative variation, error related negativity** (エラー関連陰性電位, **ERN**)) けれども、それらの成分の臨床的なデータベースは、ここで概要を示した成分ほどは発達しておらず、用いられている方法論は比較的多様である。

これらの成分それぞれの記録のための推奨される手続きのレビューに加えて、健常の機能、健常発達、および神経行動学的病理学の調査のための、それらの応用の記述のための例が提供される。典型的な障害の選択は、それらの認知的成分がどのように調査に用いられうるかを記述することを意図して行われた。全ての臨床的応用の徹底的なレビューは、現時点での目標を超えるため、避けられた。しかしながら、関連文献への適切な **entry points** (誘導?) は、レビュー

一論文の紹介という形で提供される。非協力的だったり、不安を感じている患者、こども、コミュニケーションができない人などから ERPs を集める技術がある。臨床知覚惹起電位研究所 (? The clinical sensory evoked potential laboratory) が発展させた方法、手続き、および標準的な評価はまさに、認知的 ERPs を用いる臨床関係の調査者が、高い質の ERP データを得ることを保証する、効果的なパラダイムを設定するために必要である。この情報は、患者の経験との関連における技術の基盤における土台を固める役割を果たす。本レポートは概要を示す。読み手はテキストを補完しなくてはならない。

2. Mismatch negativity

2.1. Overview

mismatch negativity (MMN, Näätänen et al., 1978; for reviews, see Näätänen and Winkler, 1999; Näätänen et al., 2007), およびその magnetencephalographic (脳磁図の) 等価物である, MMNm は, 聴覚刺激におけるいかなる弁別可能な変化によっても惹起する。この成分は, 入力 (incoming) 刺激と先行する刺激の知覚記憶痕跡の間の違いを検出する自動的な処理過程を反映すると考えられている。MMN は被験者の注意のないときでさえ誘発され, そのため非常に幼い, あるいは障害のある患者のアセスメントにおいても有益である。MMN 研究におけるふつうの手続きは, 同定する (identical) 刺激のシリーズの提示と, ところどころにある (occasional) ミスマッチな刺激の提示である。ミスマッチな刺激は, ピッチや持続時間 (duration), 強度, あるいは位置のような, どのような弁別可能な聴覚的な事件の違いにおいても異なりうる。さらに, 刺激の一つ (“standard”) が頻繁に生じ (たとえば, $p = .80$), 他の (“deviant”) が低頻度で ($p = .20$) 生じる。ふたつの刺激は, ふつう短い刺激間間隔 (interstimulus intervals, ISI), 500ms から 1 秒くらいの間で提示される。表 1 は, 推奨される刺激属性の要約である。

Table1:

パラメータ：コメント

1. 刺激要素

A. 単一逸脱パラダイム：ひとつの頻繁な標準音，ひとつの稀な逸脱音
Standard

Duration: 50-150ms (固定), 5ms rise/fall

Frequency : 正弦波音 (500-1000Hz (固定))

スペクトルリッチな音も利用可能

Intensity : 80 dB SPL

Intersimulus interval: 500-1000ms (固定)

Location : 中心 (両耳提示)

Deviant : 周波数あるいは強度の 10%の増加あるいは減少. 持続時間の逸脱は普通, 標準より短いもの (たとえば, 75ms の標準に対して 30ms の逸脱, 150ms の標準に対して 100ms の逸脱) , 位置の逸脱はふつう中央から左か右に 90° の地点に位置する. MMN は, 高頻度な音と低頻度な音からの刺激の変化量の増大にともなって, 振幅において増大し, 潜時において減少する.

Probabilities : 逸脱は 0.10-0.20, 標準はそれを補完する確率となる. 少なくとも, 各々の逸脱の前に二度の標準が提示される.

B. のぞましい (optimal) パラダイム (Näätänen et al., 2004): ひとつの頻繁な標準音, 5つの稀な逸脱音

Standard : 500, 1000, 1500Hz の3つの正弦波の部分 (2番目と3番目の強度は, 最初の部分より3, 6 dB 低い) を含んだ和声の刺激.

Duration : 75ms, 5ms の rise/fall

Intensity : 個人の閾値の 60dB 上

ISI : 500ms (固定)

Location: 中心 (両耳提示)

Deviants

Duration : 25ms, 5ms rise/fall

Frequency: 周波数の逸脱の半分は部分が 10%ずつ高いもので, 残り半分は 10% 低いもの

Intensity : 強度の逸脱の半分は 10 dB 大きく, 残り半分は 10 dB 小さい.

Location : 位置の逸脱の半分は右 90° に位置し, 残り半分は左 90° に位置する. 耳の間の時間の差を, 800 μ s にすることで導出.

Gap : 7ms の無音ギャップ (1ms の rise/fall を含む) を, 75 ms 刺激の中間に挿入する.

Probabilities : .50 (standard), .10 (各々の deviants), ひとつの標準刺激が deviant 間にあるようにする.

2. 被験者と課題

Position : 座るか横たわる

Eyes : 開眼

Active or Passive task : 望ましい課題は起きており, 警戒した被験者が, 興味深い視覚課題 (たとえば, ビデオをみる) を実施していること.

3. 電気生理学的記録

Electrode sites : 最小の構成は Fz, Cz, C3, C4 およびマストイド (乳様突起) 電極である.

Reference : 鼻-S/N 比増加のために, マストイドの平均による代数再参照 (algebraic re-referencing)を行う (もし必要であれば).

Ground : AFz

Bandpass of amplifiers : 0.1-30Hz

Digitization rate : 200Hz (最小限)

Epoch length : 500ms (50ms の刺激前ベースラインを含む)

Artifact reduction : EOG rejection あるいは correction ; 全ての EEG チャンネルで, $\pm 100 \mu$ V を超えたもの

Minimum # trials : 各々の逸脱につき 150 回

Digital filtering : 1—20 Hz

4. 定量化

Average ERPs : 平均 ERP 波形と, 差波形が群と条件事に示されなければならない.

Difference waveform : 逸脱平均 ERP-標準平均 ERP による.

Latency : 150-250ms : 変化の増大の度合いによって減少する.

Amplitude : 差波形の潜時ウィンドウにおけるピーク振幅

Scalp diatribution : Cz と Fz において最大 : 極性はマストイドをはさんで反転する.

MMN は典型的には、前頭中央部 (fronto-central) で、概ね $0.5-5\mu V$ の振幅を持ち、 $100-250ms$ の潜時幅の中に生じる陰性波としてみられる。鼻電極をリファレンスとして用いた場合、同じ潜時において、マストイドを超えた場合、および他の両側後頭の位置においては、位相が逆転して(つまり、陽性の極性をもつ)現れる。ピーク潜時は、知覚 N100 成分よりも後に生じる。MMN 振幅は、N100 潜時ウィンドウの後に定量化されるべきで、それは標準と逸脱により N100 惹起における起こりうる違いによって、MMN 尺度が汚染することを避けるためである。標準刺激と逸脱刺激の間の違いの度合いが増大するにつれ、MMN のピーク潜時はだんだん短くなり、振幅はだんだん大きくなる(Figure.1 を見よ)。しかしながら、小さい MMN は閾値レベルの差異でさえ生じうる。MMN は、それゆえ、弁別精度を求めるために用いる事ができる。その目的にとって、最も客観的で利用可能な尺度を提供することができるかもしれない。

Figure1. caption

Fz における ERP, 標準 ($p = .80$)からの周波数におけるトーンの逸脱($p = .20$)によって誘発されたもの。差波形(逸脱-標準)もまた示されている。逸脱と標準の間の周波数の差が増加するにつれ、MMN のピーク潜時はだんだん短くなり、ピーク振幅は増大する。これと後に続く図は、陰性が上向きの振れとしてプロットされている (From Sams et al., 1985; 許諾済)。

MMN は両側の聴覚皮質から生成されるが、右前頭皮質からの貢献もある (Giard et al., 1990)。この ERP 成分による生物学的機能の表象は、今流れている聴覚刺激における監視 (monitor) と検出 (detect) をすることで、注意がどこに向いているかとはかかわりがない。MMN の下位成分 (subcomponent) は、上側頭 (supratemporal) 領域において生成され、自動的に (かつ前知覚的に) 起こる変化の、聴覚皮質におけるマーカー (標識) である。前頭 MMN 下位成分は、注意の補充 (recruitment) (不随意的な注意の切り替え (switching)) に関わる前頭皮質メカニズムが、聴覚刺激における変化への反応を活性化させることの

現れである (Näätänen and Michie, 1979; Giard et al., 1990; Escera et al., 1998, 2001; Rinne et al., 2000).

2.2. Methodology

典型的な MMN パラダイムは、繰り返す標準音のシーケンスと、まれな逸脱音のときおりの挿入の早い提示で構成される。臨床的応用においては、逸脱音の確率は 0.05 から 0.2 の幅である。MMN は小さい成分であるので、十分な SN 比を得る為に、刺激のシリーズは有効な持続時間を持つことが強く推奨される。それゆえ、刺激シーケンスは少なくとも、それぞれのタイプに対して 150 の逸脱刺激が提示されるまで続くことが重要である。トライアルブロックの持続時間は、それゆえ、6 ~ 12 分のオーダであり、その持続時間は ISI と選択した逸脱のタイプの数に依存する。最も多くの目的では、MMN を記録するために 5-10 のアクティブ電極を用いることが十分であり、Fz, Cz, C3, C4 およびマストイドの位置はつねに含まれる。好まれるリファレンスは鼻で、この方法は信号の視覚化と測定のための信号の、前頭陰性波とマストイド陽性波の両方を認める。記録時のバンドパスはデジタイズレートが、200Hz 程度であるときは、0.1-30Hz が推奨される (少なくとも起きている状態では)。その後のデータのデジタルフィルタリングは、1-20Hz のバンドパスの手続きが望まれる。MMN は普通、逸脱の平均 ERP から標準の平均 ERP を差し引くことによって得られる差波形において表される。望ましい MMN 記録条件は、被験者が聴覚刺激を無視する場合で、他の認知的成分 (N200(レビューとして, Näätänen and Gaillard, 1983)や P300 のような) が注意の活動中に惹起することを防ぐ技術である。単純な視覚弁別課題や、映画を見る事 (無音ないしは小さい音)、あるいは読書のような、視覚ディストラクション課題が、もっとも普通に用いられる。近年の努力は、MMN 記録と分析方法の単純かと標準化にささげられてきた。MMN を臨床的実用に有益なツールとするために、個別の患者における信頼できる尺度が必要とされてきた (McGee et al., 1997; Ponton et al., 1997; Ha et al., 2003; Marco-Pallarás et al., 2005)。Näätänen et al. (2004)は、おおむね 15 分以内に聴覚弁別能力の複数のプロフィールを測定するための“望ましい”MMN パラダイムを開発した (Pakarinen et al., 2007 を見よ)。逸脱音は標準音から、5つのありうる属性のうちの一つが異なる。持続時間、周波数、空間的位置、強度、あるいは音の中間にある音のギャップである (Table 1 に刺激の詳細

細がある). これらの逸脱 ($p = .10$)のそれぞれは, 標準音 ($p = .50$)の同じシリーズ中に提示され, そのため標準は5つの逸脱の他のひとつと交代に生じる. このパラダイムのアドバンテージは, 臨床的な仕事のために実行可能な方法と時間の総量において, 様々な臨床的状态における特定の MMN の変化の評価ができることである.

2.3. Clinical applications

最も多くの研究の選択であり, 最も確約できる MMN の臨床的応用は, 以下に記述される.

2.3.1 Coma (昏睡)

今日まで, もっとも確立し, 前進してきた MMN 応用のフィールドは, 昏睡のモニタリングと結果の予測であり, MMN の再現は, 昏睡からの回復の説得力のある予測である. 昏睡からの目覚めを予想する MMN の潜在能力(capacity)は, MMN と N100 が昏睡状態の患者の機能的状態を確かに反映することが5つのコホート研究で調査されている(レビューとして, Daltrozzo et al., 2007). MMN は, 昏睡からの目覚めの起こりやすさと同じくらい, 昏睡状態の患者の知覚的な潜在能力を確かめるための方法として有益でありうる. 昏睡状態の間に記録された MMN の存在は, 12 ヶ月の期間内の目覚めの最も良い予期である(Fischer et al., 1999). (昏睡からの) 目覚めに対する積極的な予測の価値は, 最近の研究(Fischer et al., 2006)においてケースの100%で報告されており, MMN のないことは, ケースの84%で(昏睡から)目覚めない事の予測となっている. (昏睡からの) 目覚めにおいて, MMN は聴覚的 N100(早期の体性感覚惹起成分), N20 および P40 (中潜時聴覚 ERPs), 聴性脳幹反応 (auditory brain stem potentials), および対光反射 (pupillary light reflex; papillary = 瞳孔) よりも優れている. 目覚めるか目覚めないかの異なる予測の階層を(意思)決定するためのデシジョンツリーベース分析 (decision tree-based analysis ; 意思決定のために, 生じうる事態をツリー化し, それによるメリット/デメリットを数値化したうえで(必ずしも必須ではない?), 期待値を算出するような手法. 以下の話は, 昏睡中である→MMN が出現する/しない (枝分かれ) → (枝分かれのそれぞれで) 対光反射や N20-P40 が生じる/生じない→昏睡から目覚める/目覚めない→目覚める場合は治療をする, 目覚めない場合は治療を続けるか, 続けない

かの決断をする…というようなツリーが設定されるけれども、目覚める/目覚めないの確率判断（期待値算出）に、MMN が大変有効ですよ、ということのかなと思います)

参考：<http://www.atmarkit.co.jp/aig/04biz/decisiontree.html>）では、最初の予測は MMN の出現である。MMN の存在は、目覚めと強く結合する。追加の対光反射、あるいは体性感覚 N20 および P40 の消失の観察は、12 ヶ月以内の昏睡からの目覚めが起こらないという予測を促進させる。MMN は植物状態 (vegetative state)における患者の結果と回復の範囲の予測にも用いられる (Wijnen et al., 2007).

2.3.2. Schizophrenia

二つ目の MMN の応用的な臨床的障害研究は、統合失調症のものである (レビューとして、Michie, 2001 を見よ)。統合失調症を持つ患者における MMN の振幅の減衰は、生理心理学における明白で一貫した発見である。62 の公刊された研究から行われた近年のメタ分析においては、32 本が判定基準に含まれた (Umbricht and Krljes, 2005)。全体の患者と健常統制群の間の周波数、あるいは音の持続時間の逸脱における MMN 振幅の差のエフェクトサイズは 0.99² (95% 信頼区間, range = 0.79-1.29 ; 参考：http://en.wikipedia.org/wiki/Effect_size; 基本的な effect size (θ) = 群1の平均値-群2の平均値/両群, あるいはどちらかの群の標準偏差。*信頼区間は、標本平均 $\pm t$ *標本標準誤差 (エクセルでいうと、STDEV”P”のほう。N-1 で割るやつ。t は t 分布の t です (サンプルサイズと、求めたい信頼区間(90%とか, 95%とか)によって決まる))、複数の研究におけるエフェクトサイズについては、以下の URL を参考に、個々の研究におけるエフェクトサイズの平均、ないしはサンプルサイズで重み付けをする、ということ <http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/lecture/meta-analysis/meta-analysis-4.html>) であった。持続時間逸脱に対する MMN は、周波数逸脱に対する MMN よりも大きいエフェクトサイズを得ており、周波数逸脱よりも持続時間逸脱がより障害されることを示唆する (Michie et al., 2000 を見よ)。しかし、この違いは統

² ありうる出版バイアス (potential publication bias ; 有意差が得られない研究は出版されないということか)が向けられたときに、エフェクトサイズが減少する (0.65)することは特筆すべきである。

計的に有意ではなかった。

しかしながら、周波数 MMN は障害の期間 (length) と関係があるが、持続時間 MMN にはない。最近の証拠 (Todd et al., 2008) は、持続時間 MMN は病気の経過の初期、または若い患者において減衰することを示唆する。しかしながら、周波数における減衰は、早期の段階における証拠は無いが、病気のより長い期間においても、患者の年齢の増加があっても現れる。強度逸脱に対する MMN は、持続時間逸脱と同様のパターンを示す (Figure.2 を見よ)。

Figure.2 caption

Fz における MMN、持続時間、周波数、強度における標準からの逸脱した音によって惹起したもの。統合失調症を持つ患者の二つの群における差波形が示されている。ひとつは病気の経過の初期 (short illness) で、もう一方は病気が長期化したもの (long illness) である。

マッチした健常統制群のデータも示されている。持続時間、および強度 MMN が、病気の経過の初期においては減衰しているが、病気の長期経過後にも周波数 MMN における減衰が見られる証拠は特筆すべきである (Todd et al., 2008 より; 再掲許諾済)。最近の研究 (Salisbury et al., 2007; Salisbury et al., 2002 も参照) においては、早期に入院した統合失調症の患者、双極性障害の患者、および健常統制群は周波数変化 MMN の振幅において、お互いに違いがなかった。18 ヶ月後のフォローアップ評価では、統合失調症を持つ患者だけがより小さい MMN 振幅を示した。このことは、左半球の Heschl Gyrus (ヘシエル回) の容積減少と高く相関する。この発見は、MMN は統合失調症の理解と治療のための主要な理論的および臨床的関係を持ちうることを示唆する (van der Stelt and Belger, 2007)。統合失調症を持つ患者の MMN の振幅の減衰は、NMDA³-受容体系 (聴覚記憶痕跡形成に関わる) の機能状態の障害に起因する (Javitt et al., 1996; Umbricht et al., 2003)。このメカニズムの欠陥は、これらの患者にお

³ NMDA 受容体 (NMDAR) は、グルタミンのイオンチャネル (ionotropic) 系の受容体である。NMDA 受容体の活動は、陽イオンに対する非選択的なイオンチャネルが開く事の結果である。これは、Na⁺と K⁺イオン、および少量の Ca²⁺を通過させる。カルシウム流体の NMDAR の通過は、シナプス可塑性、つまり学習と記憶の細胞メカニズムにおける重要な役割を果たすと考えられている。

ける障害された中枢聴覚処理の部分の説明にもなるかもしれない。更に、MMN 振幅の減衰は、前頭皮質メカニズム（不随意的な注意の切り替えに関わる）の障害も反映しうる (Baldeweg et al., 2002)。適応的な注意の切り替え反応の衰退は、統合失調症を持つ患者によるひきこもり (social withdrawal) の現れに寄与するかもしれない。通常の社会的相互交渉は、注意の適応的な切り替え（文脈に依存した）を要求する。統合失調症を持つ患者は、切り替えを適応的に行うことができず、究極的には社会的相互交渉から逃避してしまうかもしれない。これらの影響力の大きい論文において、Light and Braff (2005)は、持続時間 MMN 振幅の減衰と Global Assessment of Functioning の尺度で算定された機能的な状態 (outcome) の密接な関係を示した。この尺度は、Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV, 1994)における多軸評価 (multiaxial ratings) の一つで、被験者の機能、心理結合 (combining psychological)、社会、職業 (occupational) 領域の全体的なレベルを算定する。全体的に、前頭中央部における MMN 振幅は、Global Assessment of Functioning のスコアのあたりの概ね 42%を説明する。故に、MMN の統合失調症の調査および治療に対する有意な貢献は、患者の機能的な結果の予測と、遺伝的研究における中間表現系 (endophenotype) を提供する能力にある（しかしながら、Bramon et al., 2004 も参照すること）。更に、統合失調症を持つ患者の (Michie et al., 2002; Jessen et al., 2001)、あるいは 22q11.2 deletion 症候群 (参考: <http://my.med.jp/di/v7x.html>)を持つ患者の一親等の関係者における MMN 振幅減衰の証拠がある。これらの人々は、統合失調症のリスクが増加している (Baker et al., 2005)。この結果は、小さな MMN が統合失調症の遺伝的脆弱性をも反映しているかもしれないことを示唆する。

2.3.3. Cognitive decline (認知機能低下)

MMN は他の臨床的障害、多発性硬化症 (multiple sclerosis; 参考: <http://ja.wikipedia.org/wiki/多発性硬化症>)のような、における認知機能の悪化の指標としても提供されうる。MMN は多発性硬化症を持つ患者において減衰し、減衰は認知的障害のない患者よりも、認知的障害のある患者においてより明らかである。MMN の振幅は、それゆえ、多発性硬化症を持つ患者における認知的障害 (disturbances)と関係する (Jung et al., 2006)。加齢の研究において、MMN は聴覚感覚記憶痕跡の持続時間の算定に用いられている (Pekkonen

et al., 1996). 痕跡の持続時間は、若い成人においては 5-10 秒のオーダーであるが、加齢とともに段々減少してくる。この結果は、脳の可塑性の一般的な年齢による低下を反映していると考えられ、慢性アルコール依存症の場合に急性に見られる (Polo et al., 1999)。更に、この低下はアルツハイマー病のような縮退した脳の障害において顕著である (Pekkonen et al., 1994)。MMN は左半球の卒中に伴う失語症からの回復における徴候の変化をモニタするのにも用いられている (Ilvonen et al., 2003)。脳卒中の患者において、MMN は障害された、たとえば発話音の音声周波数 (tonal frequency) のような、聴覚弁別の特定のタイプの決定にも認められている (Aaltonene et al., 1993)。

2.3.4. Childhood disorders

他の重要な MMN の臨床的応用は、ディスレクシアに関わるものである。ディスレクシアを持つ子どもは、音の周波数における変化によって誘発される MMN の振幅がかなり減衰する。更に、この減衰の強度は、ディスレクシアの深刻さと相関する (Baldeweg et al., 1999)。MMN はディスレクシアのリハビリテーションプログラムの効果を算定するのにも用いられる (Kujala et al., 2001 参照)。MMN は乳児や幼い子どもにおいても記録することができるので、これらの群の中樞聴覚処理過程能力の算定に用いられている (Ceponiene et al., 2002)。近年の研究 (Draganova et al., 2005; Huotilainen, 2005) は、MMNm もまた、胎児からの (母親の腹壁を通して) 記録が可能であることを示した。加えて、蝸牛殻 (cochlear) インプラントの装着後の聴覚弁別の改善を評価するのにも役立っている (Ponton et al., 2000; Lonka et al., 2004)。

Reference Type: Journal Article

Record Number: 160

Author: C. C. Duncan, R. J. Barry, J. F. Connolly, C. Fischer, P. T. Michie, R. Naatanen, J. Polich, I. Reinvang and C. V. Petten

Year: 2009

Title: Event-related potentials in clinical research: Guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400

Journal: Clin Neurophysiol

Epub Date: 2009/10/03

Date: Sep 29

Short Title: Event-related potentials in clinical research: Guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400

ISSN: 1872-8952 (Electronic)

DOI: S1388-2457(09)00518-5 [pii]

10.1016/j.clinph.2009.07.045

Accession Number: 19796989

Abstract: This paper describes recommended methods for the use of event-related brain potentials (ERPs) in clinical research and reviews applications to a variety of psychiatric and neurological disorders. Techniques are presented for eliciting, recording, and quantifying three major cognitive components with confirmed clinical utility: mismatch negativity (MMN), P300, and N400. Also highlighted are applications of each of the components as methods of investigating central nervous system pathology. The guidelines are intended to assist investigators who use ERPs in clinical research, in an effort to provide clear and concise recommendations and thereby to standardize methodology and facilitate comparability of data across laboratories.

Notes: Journal article

Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology

Clin Neurophysiol. 2009 Sep 29.

URL:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=19796989

'File' Attachments: internal-pdf://Duncan-2009-Event-related potent-1461104128/Duncan-2009-Event-related potent.pdf

Author Address: Clinical Psychophysiology and Psychopharmacology Laboratory, Department of Psychiatry, Uniformed Services University of the Health Sciences, Bethesda, MD, USA.

Language: Eng