

論文の内容の要旨

氏名：土肥 健二

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：Comparisons based on event-related potentials in dental students with different levels of experience knowledge

（事象関連電位を用いた経験知識の異なる歯科学士の比較）

歯科医師は日常臨床で臨床診断を行う時に、パターン認知と呼ばれる直感的診断法を用いているといわれている。そのため疾患の特徴的なパターンを知っている有能な歯科医師は効率的な診断を行っている。脳における高次の視覚認知について、物体の形態情報は大脳の後頭葉から側頭葉に向かう経路で階層的に処理されると考えられる。情報を最初に受け取り処理していく第1次視覚野に特定の直線やエッジが特異的に反応する細胞がみついているが、パターン認知や思考などの高次機能のメカニズムの詳細は、脳認知心理学的にも未だ明らかにされていない。

我々はこれまでに歯種鑑別をテーマとしてパターン認知について研究を行っているが、脳活動を研究するには認知、弁別、課題解決などの心理活動によって誘発される事象関連電位（ERP：Event-related Potentials）が多く用いられている。今回、歯科学士の学習の熟達度において、臨床経験知識の存在が情報処理に与える影響についてERPの波形成分の出現傾向を比較することで、脳認知心理学的に明らかにすることを目的に検討した。

被験者は歯の解剖学的知識を習得した2年次生20名と臨床実習中で解剖学的知識と経験的知識を習得した5年次生20名である。

測定方法は被験者をシールドルーム内で頭部を固定し、安静な状態で椅子に座らせ、画像は被験者の50cm前方のモニターで呈示した。課題の画像がモニターに呈示された時の脳波およびアーチファクトの指標であるElectrooculogram (EOG)を測定し、脳波はSYNAFIT EE5800 (NEC Medical Systems)で記録した。記録された脳波からERP波形を抽出し、解析処理を行った。

脳波はサンプリング周波数を500Hzとし、10-20法に基づき両側耳朶を基準としたFz, Cz, Pzの3箇所より導出した。電極は銀・塩化銀電極を使用し、接触インピーダンスは5k Ω 以下とした。低周波フィルタは0.1Hz、高周波フィルタは100Hzに設定した。

画像は「文字」「歯」の模式図を使用した。

1. 「文字」課題

標的刺激は正立文字「ア」である。非標的刺激は正立文字「マ」と「ア」「マ」の鏡映文字である。画像は正立像の状態を0度とし、時計回りに90, 180, 270度と回転させたものを使用した。

2. 「歯」課題

標的刺激は下顎右側第一大臼歯である。非標的刺激は上顎左側第一大臼歯と下顎左側第一大臼歯と上顎右側第一大臼歯である。画像は頬側が上方を向いた状態を0度とし、「文字」課題と同様に90度ずつ回転させた模式図を使用した。

なお、画像には一部の形状を記憶して判断することを防止するため模式図の近心位にマークを付けた。被験者には初めに形の方向性を確認した後に判断するように指示した。

画像はMulti Trigger System 2001を用いて呈示した。呈示方法はオドボール課題に準じて、一枚ずつランダムに標的刺激と非標的刺激を2:8の割合で呈示した。呈示時間は1画像につき1500msとし、1課題につき500回呈示した。被験者には標的刺激が呈示された時のみボタン押しをするように指示した。「文字」課題と「歯」課題のそれぞれの標的刺激から得られたERP波形の中からPz波形を使用し、ノイズやアーチファクトを取り除いた20個のERP波形を用いて被験者ごとに加算平均波形を作った。その後、各被験者の加算平均波形を角度ごとに集計した。

認知機能の情報処理過程を中心に検討するため、加算平均波形の潜時0~750msの波形成分を30msごとに平均し、25ポイントの波形成分で主成分分析を行った。統計ソフトPASW Statistics 18 (エス・ピー・エス・エス株式会社)を使用して統計処理を行った。主成分分析では固有値2.0以上、因子付加量0.7以上

をERP波形成分として抽出した。ERP波形成分は以下の基準で決定した。潜時0～90msに出現する成分を刺激の反応を表す成分である「N100」、潜時90～150msに出現する成分を容易なパターンマッチング処理過程を表す成分である「MMN」、潜時150～240msに出現する成分を高度なパターンマッチング処理過程を表す「N2b」、潜時240～450msに出現する成分を注意の定位過程を表す「P3a」、潜時450～600msに出現する成分を作業記憶の更新過程を表す「P3b」、潜時600～750msに出現する成分を行動の遂行過程を表す「SW」とした。

1. 課題の反応時間

2年次生の反応時間は「文字」課題が 534 ± 67 ms、「歯」課題が 698 ± 134 msで、「歯」課題が「文字」課題に比べ有意に長かった。5年次生は「文字」課題が 475 ± 83 ms、「歯」課題が 663 ± 185 msで、「歯」課題が「文字」課題に比べ有意に長かった。2年次生と5年次生の課題間に有意差は認められなかった。

2. 課題の主観的難易度 (VAS)

2年次生のVASは「文字」課題が 29 ± 15 、「歯」課題で 63 ± 26 で、「歯」課題が「文字」課題に比べ有意に高かった。5年次生は「文字」課題が 26 ± 15 、「歯」課題で 53 ± 25 で、「歯」課題が「文字」課題に比べ有意に高かった。2年次生と5年次生の課題間に有意差は認められなかった。

3. 課題の正答率

2年次生の正答率は「文字」課題が $100 \pm 1\%$ 、「歯」課題が $98 \pm 5\%$ で、「歯」課題が「文字」課題に比べ有意に低かった。5年次生は「文字」課題が $100 \pm 0\%$ 、「歯」課題が $98 \pm 4\%$ で、有意差は認めなかった。2年次生と5年次生の課題間に有意差は認められなかった。

4. 「文字」課題のERP波形成分の抽出傾向

2年次生の「文字」課題のERP成分の抽出傾向を検討した結果、「文字」課題の第一主成分は「N2bとP3aの複合成分」で、固有値は6.42であった。第二主成分は「P3b」で、固有値は5.72であった。第三主成分は「SW」で、固有値は3.99であった。第四主成分は「MMN」で、固有値は2.70であった。第一主成分から第四主成分までの累積寄与率は75.3%であった。

5年次生の「文字」課題のERP成分の抽出傾向を検討した結果、「文字」課題の第一主成分は「N2bとP3aの複合成分」で、固有値は7.26であった。第二主成分は「P3b」で、固有値は5.58であった。第三主成分は「SW」で、固有値は3.51であった。第四主成分は「MMN」で、固有値は3.19であった。第一主成分から第四主成分までの累積寄与率は78.2%であった。

5. 「歯」課題のERP波形成分の抽出傾向

2年次生の「歯」課題のERP成分の抽出傾向を検討した結果、「歯」課題の第一主成分は「P3aとP3bの複合成分」で、固有値は9.41であった。第二主成分は「SW」で、固有値は5.62であった。第三主成分は「MMNとN2bの複合成分」で、固有値は3.53であった。第一主成分から第三主成分までの累積寄与率は74.2%であった。

5年次生の「歯」課題のERP成分の抽出傾向を検討した結果、「歯」課題の第一主成分は「P3a」で、固有値は7.35であった。第二主成分は「P3bとSWの複合成分」で、固有値は7.32であった。第三主成分は「MMN」で、固有値は2.69であった。第四主成分は「N2b」で、固有値は2.46であった。第一主成分から第四主成分までの累積寄与率は79.2%であった。

本研究において「歯」の評価は、視覚情報が一次視覚野から視覚連合野を経て処理されることで形が認知される。その後「歯」という概念は、高次連合野で貯蔵されている知識と照合され視覚情報の意味的解釈が生み出されるという一般的な認知のプロセスに従って行うものと考えられる。

「歯」課題の評価は「文字」課題に比べて、両学年共に主観的なVASスケールで難しいとされており、課題の正答率は、2年次で有意差を認めたが、すべてが90%以上でほとんど差はなかった。このことから、VASや正答率で課題の捉え方を両者の比較から検討することは難しく、結果として、経験的知識の差を検討するには至らなかった。また、反応時間はボタン押しによる反応処理系も含む時間であり、脳内の情報処理を直接的に表出していないため、反応時間を用いて検討するには限界があった。

このような課題の場合、脳神経活動領域の変化を脳波解析で明らかにする必要があるため、本実験では、各課題で得られた加算平均波形を主成分分析し、鑑別時の情報処理過程におけるERP成分の出現傾向について検討を行った。

結果として「文字」課題は、2年次生と5年次生では、第一主成分が「N2bとP3aの複合成分」、第二主成分が「P3b」、第三主成分が「SW」、第四主成分が「MMN」であり、両者とも同じ主成分が抽出できた。このことから両学年ともに、「文字」の識別は同じ情報処理過程であることが示唆された。

一方「歯」課題では、2年次生の第一主成分が「P3a と P3b の複合成分」、第二主成分が「SW」、第三主成分が「MMN と N2b の複合成分」であった。5年次生の第一主成分が「P3a」、第二主成分が「P3b と SW の複合成分」、第三主成分が「MMN」、第四主成分が「N2b」であった。第一主成分と第二主成分では、5年次生は第一主成分で注意の定位過程を表す「P3a」成分が分離同定されたが、2年次生は分離同定されなかった。2年次生は第二主成分で行動遂行の過程を表す「SW」成分が分離同定されたが、5年次生は分離同定されなかった。このことから、5年次生は2年次生よりも歯種鑑別時に鑑別のポイントを的確に異か同かを判断していて、2年次生はSWが抽出されたことから、意思決定後も確認等の行動遂行の準備に費やしていることが示唆された。さらに、5年次生は第一主成分に「P3a」、第三主成分に「MMN」そして第四主成分に「N2b」をきれいに分離できたことは、早い段階で前頭前野がつかさどるワーキングメモリ機能が働き、画像である歯を mental rotation の過程を経由せずに、側頭葉で「形態」として判断し、その処理された情報を前頭葉に投射して意思決定していると考えられる。

以上のことから、「文字」課題において両学年ともに同様な情報処理過程であるが、「歯」課題においては、各学年で違った情報処理過程を経ており、特に経験的知識を習得した5年次の場合、ワーキングメモリも関与した効果的な思考過程を経て意思決定していることが示唆された。