

CNV の記録条件と非定型波形の生理学的意義

岡本 基 手 蓑 正 人
中 川 尚 久 森 宏 和

The Neurophysiological Implications of an Atypical Slow Negative Potential in Short Interval CNV Paradigm

Motoi OKAMOTO, Masato TEMINO,
Naohisa NAKAGAWA and Hirokazu MORI

We recorded a slow negative potential from Cz (10/20 method) in 49 healthy students (12 male, 37 female, mean age 19.1) by a short interstimulus interval CNV paradigm. The interstimulus interval was 2 or 3 seconds, the warning stimulus presented at random or regular interval at 0.2 Hz. An atypical negative variation with two separated negative peaks was recorded in 26.0-30.6% trials regardless of interstimulus interval or modality of warning stimulus presentation, while a typical CNV was recorded in 32.0-59.2% of trials. No apparent negative variation was recorded in 14.3-18.4% in 2 seconds interstimulus interval, and 28-38% in 3 seconds interstimulus interval, showing that 2 seconds interval is better to get stable CNV recording than 3 seconds interval.

The first negative wave of the atypical negative variation was 692-799msec in duration, but frequently prolonged to 1000msec or more in 3 seconds interval. It usually had negative peak around 900-1100msec, but sometimes around 1500msec. This features are different from any reported negative components of CNV. The second negative wave began 800-1200msec before second stimulus, and had its peak just before second stimulus, showing common features with readiness potential. The appearance of CNV was unstable in the students in which the atypical negative variation was recorded in regular, 2 seconds interstimulus interval, and the amplitude of slow vertex response and pattern reversal visual evoked potential was lower in these students than in the students in which a typical CNV was recorded more than 3 times in total 4 times of trials. These findings indicate that the atypical variation observed in this study is due to a lowered arousal level or cortical neuronal activity, rather than a separated appearance of different components of CNV.

Key Words : contingent negative variation, atypical slow negative potential,
arousal level, slow vertex response, visual evoked potential

緒 言

随伴陰性変動 (contingent negative variation, 以下 CNV) とは, 警告刺激 (S_1) を被検者に与え, 数秒後に命令刺激 (S_2) を与えて, S_2 に対してできるだけ速く一定の反応 (例: ボタン押し) を行うよう指示すると, S_1 後から始まって S_2 に向かってゆるやかに上昇する陰性の電位変化が起こる現象を言う¹⁾。CNV はヒトの心理現象を客観

的に把握する方法のひとつとして多くの関心を集め, 注意, 動機づけ, 方向づけ, 意欲, 反応の準備といった心理現象との対応を検討する試みや精神分裂病, 痴呆患者への臨床応用が盛んに行われてきた。しかし, 神経生理学的意義に不明な点が多いうえ, 安定した波形を再現性良く記録することが困難なため, 日常臨床検査としての有用性に乏しいのが現状である。そこで我々は, CNV を

日常臨床検査に利用するための試みとして、安定した CNV 波形がえられる記録条件を検討し、あわせて非定型波形の神経生理学的意義について検討した。

対象と方法

神経学的異常の無い18~27歳の学生49名(男12, 女37, 平均年齢19.1歳)を対象とした。

1. CNV 記録条件の検討

S₁には持続時間0.1msec, 20dBのクリック音, S₂には赤色ダイオードによる閃光刺激を用いた。記録電極は10/20法電極配置の Cz, 基準電極は両側耳朶電極(A₁, A₂)連結とし, Fzを接地した。電極は脳波用皿電極を用い, 接触抵抗が5kΩ以下になるようにした。刺激装置は日本光電工業製 SMP-4100, 増幅器および記録器は同社製 MEB-5200 を使用し, 高域遮断フィルター30Hz, 低域遮断フィルター0.08Hz, 解析時間5秒, 加算回数32回として, グラフテック製 X-Yプロッター WX-4731 で記録した。

被検者をシールドした暗室に入れ, 安静座位で光刺激用ゴーグルと音刺激用ヘッドホンを装着して, 開眼状態であるべくまばたきや眼球運動を避けるよう説明した。音刺激に続いて閃光刺激が見えたらできるだけ素早く右手でボタンを押すよう指示して, 以下のいずれの条件でもっとも安定して CNV が記録されるか検討した。

1) S₁-S₂ 間隔2秒または3秒

1) S₁ 呈示様式を0.2Hzで規則的にした場合(regular)と5秒以上の間隔で不規則にした場合(random)。

2. CNV の分析(図1)

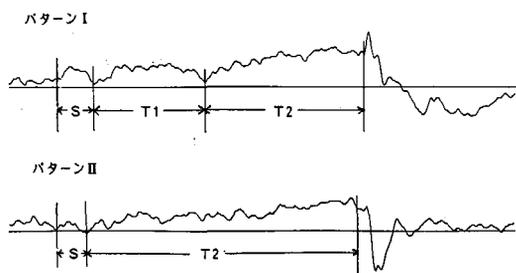


図1 CNV 波形の解析方法

結果の項で述べるように, 記録された CNV は2つのパターンに分けることができた。ひとつは S₁ 後ゆるやかな陰性変動を示した後一旦陰性変動の振幅が低下し, ついで再度 S にむかって上昇する陰性変動がみられる二峰性パターンであり, もうひとつは一旦振幅が低下することなく S₂ にむかってゆるやかな陰性変動がみられる定型のパターンである。この両者が同一の現象の変形なのか, 異なる反応を示しているのかを検討するため図1に示したような方法で両者の波形を分析した。

3. SVR, パターン VEP の記録と解析(図2)

CNV 出現の安定度や CNV パターンの変動がどのような要因によるかを検討するため SVR, パターン VEP (以下 P-VEP) と CNV 出現の安定性, および上記 CNV パターンと SVR, P-VEP の潜時, 振幅との関係を検討した。

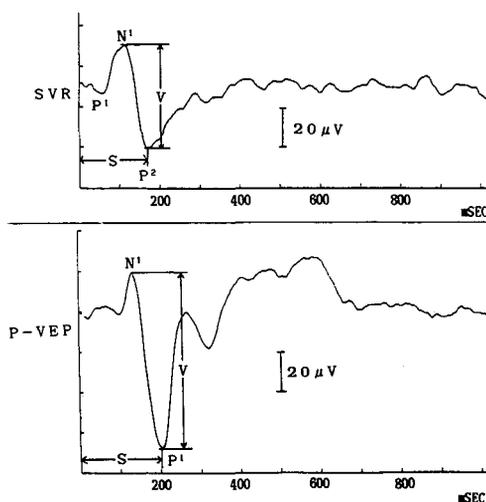


図2 SVR, P-VEP の潜時と振幅の測定法

1) SVR

安静座位で音刺激用ヘッドホンを装着し, 2秒に1回の頻度で90dB, 持続時間0.1msecのクリック音を与えた。記録電極は Cz, 基準電極は A₁+A₂, 接地電極は Fpz とし, 接触抵抗は5kΩ以下になるようにした。刺激装置と記録装置は日本光電工業製 SMP-4100 を用い, 高域遮断フィルター30Hz, 低域遮断フィルター0.08Hz, 解析時間1秒,

加算回数64としてX-Yプロッタで波形を記録した。解析は、図2に示したようにP₂の潜時とN₁とP₂の頂点間振幅を測定した。

2) P-VEP

安静座位で眼前124cm(視野角16°)に置いたモニター画面を注視させ、画面上に白黒格子模様(1個の格子模様の視角30°)を映し出し、白黒を1Hzで反転させた。記録電極は後頭結節から5cm上方の正中線上(MO)、基準電極は鼻根部から12cm上方の正中線上(MF)に置き、A₂を接地電極とした。テレビモニターは池上通信機製PF-173T、刺激装置と記録装置はSVRと同じものを用い、高域遮断フィルター100Hz、低域遮断フィルター2Hz、解析時間0.5秒、加算回数は256回とした。記録された波形について、図2に示したようにP₁(P₁₀₀)の潜時とP₁とN₁(N₇₅)の頂点間振幅を計測した。

結果

1. CNVのパターンと出現頻度

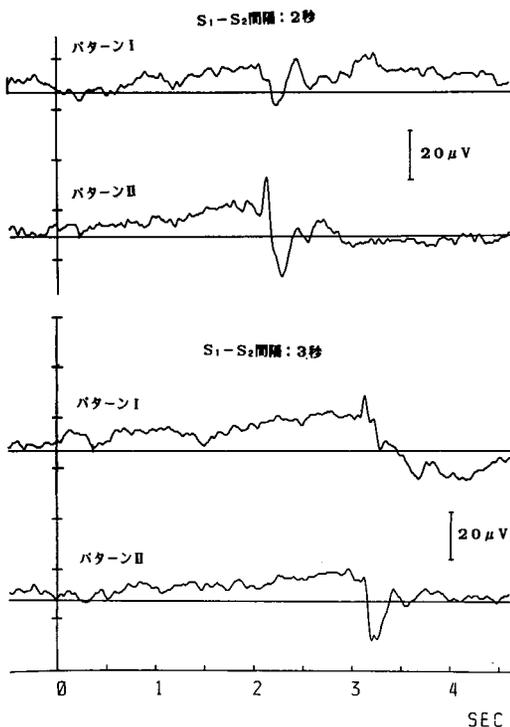


図3 CNV波形の例

図3に示したように、S₁-S₂間隔2秒、3秒のいずれにおいても記録されたCNVを2つのパターンに分けることができた。ひとつは、S₂へ向かって上昇する陰性変動の途中で一旦振幅の低下がみられる二峰性パターン(パターンI)であり、もうひとつは振幅が低下することなくS₂に向かって上昇する陰性緩電位がみられるパターン(パターンII)である。このうちパターンIIが典型的なCNVに相当する。

表1 S₁-S₂間隔、S₁呈示様式とCNV出現頻度

S ₁ -S ₂ 間隔	刺激モード	パターン I	パターン II	陰性
2 秒	regular	13(26.5)	29(59.2)	7(14.3)
	random	15(30.6)	25(51.0)	9(18.4)
3 秒	regular	15(30.0)	16(32.0)	19(38.0)
	random	13(26.0)	23(46.0)	14(28.0)

CNV出現頻度をみると(表1)、S₁-S₂間隔2秒のほうがCNV出現率が高く、かつパターンIIの出現率も高かった。とくにregular刺激でこの傾向が顕著であった。これに対し、3秒間隔ではCNV陰性率が高く、パターンIIの出現率も低下した。したがって、S₁-S₂間隔2秒で定期的にS₁を呈示した場合にもっとも安定して典型的なCNVが記録されたといえる。

2. CNVパターンの分析

CNV記録でみられた2つのパターンが同じ現象のvariabilityにすぎないのか、異なる性質の反応を示しているのかを検討した。まずS₁-S₂間隔、S₁呈示様式を変えることによって各被検者のCNVパターンがどう変化するかを検討した(図4)。2秒間隔regular刺激でパターンIを示した群では、S₁-S₂間隔を3秒にした場合多くがCNV陰性になった(図の最上段)。対照的に、3秒regular刺激でパターンIIを示した群では、S₁呈示様式をrandomに変えても多くがパターンIIを示し、CNV陰性になった例はなかった(図の最下段)。その他の群ではS₁-S₂間隔やS₁呈示様式を変えた場合反応の変動が大きく、表1で示した各パターンの出現頻度とほぼ同じ分布を示した。これはS₁-S₂間隔やS₁呈示様式を変える

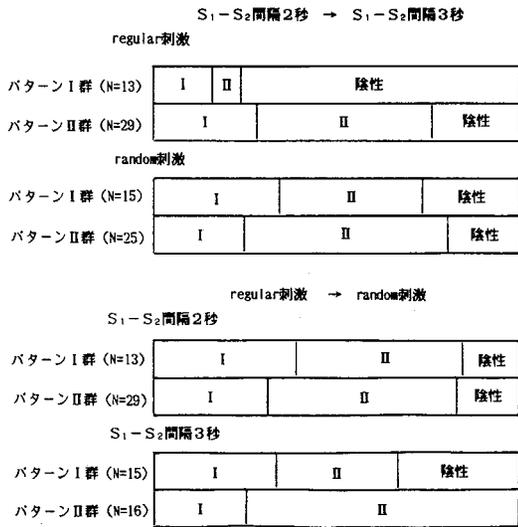


図4 S₁-S₂間隔, S₁呈示様式を変えた場合のCNV波形の変化

ことにより, 同一個人でも CNV のパターンや出現の有無が変化することを示している。事実, 一貫してパターンIIを示した被検者は8名, 陰性であった者1名で, 一貫してパターンIを示した例はなかった。

次にパターンIとIIについて, 図1で示した方法で測定した数値を各刺激条件で比較してみた

(表2)。S₁-S₂間隔2秒, および3秒でパターンIを示した場合には CNV の立ち上がり潜時に差がなかった。これに対し, S₁-S₂間隔3秒でパターンIIを示した場合は, S₁呈示様式に関係なく有意に CNV 立ち上がり潜時が延長した (P<0.001)。さらに S₁呈示様式を regular にした場合には random にした場合に比べても有意に立ち上がり潜時が延長した (P<0.001)。CNV の立ち上がりから一旦陰性変動が下降するまでの時間 T₁ は, S₁-S₂間隔を3秒にすると延長する傾向があり regular 刺激では他の群と比べて有意な延長がみられた (P<0.001)。パターンIの T₂, すなわち再度基線が陰性変動を開始してから S₂までの時間も S₁-S₂間隔が3秒になると延長したが, 統計学的には有意差がみられなかった。パターンIIの T₂も3秒間隔では2秒間隔と比較して有意に延長したが, 立ち上がり潜時が延長したため3秒間隔でのパターンIの T₁+T₂と比較すると, 逆に有意に短かった。

要約するとパターンIを示す場合は CNV 潜時, T₁, T₂ともに延長する傾向があった。パターンIIを示す場合は, S₁-S₂間隔が長くなるとパターンIに比べて CNV 潜時が延長して陰性変動の持続時間が短縮した。

表2 CNV 波形の時間経過

表中の数値は図1で示した方法による測定値を示している。

: 2秒間隔の CNV, 3秒間隔でのパターンIと比較して有意に延長 (P<0.001)

#2 : 2秒間隔のパターンIIと比較して有意に延長 (P<0.01), 3秒間隔, regular 刺激でのパターンIの T₁+T₂と比較して有意に短縮 (P<0.01)

* : 他の条件でのパターンIと比較して有意に延長 (P<0.001)

S ₁ -S ₂	モード	パターン	S(msec)	T ₁ (msec)	T ₂ (msec)
2 秒	REG	I (N=13)	462.5±121.9	692.2±254.5	876.8±248.9
		II (N=29)	464.4±123.5	1577.0±134.3	
	RAN	I (N=15)	412.0±83.0	739.9±148.0	842.6±1195.0
		II (N=25)	532.5±222.1	1516.0±244.6	
3 秒	REG	I (N=15)	479.6±164.1	1155.0±191.3*	1413.0±233.1
		II (N=16)	1155.0±534.9 [#]	1899.0±548.3 ^{#2}	
	RAN	I (N=13)	507.7±127.6	799.6±323.1	1334.0±276.2
		II (N=23)	899.1±55.1 [#]	2124.0±572.5 ^{#2}	

3. CNV パターンと SVR, P-VEP の関係

表3 CNV パターンと SVR, P-VEP の潜時、振幅との関係

CNV のパターン	SVR		P-VEP	
	潜時(msec)	振幅(μ V)	潜時(msec)	振幅(μ V)
I(N=5)	163.0 \pm 18.5	16.5 \pm 4.3	105.0 \pm 6.1	67.6 \pm 25.0
II(N=16)	166.0 \pm 11.4	23.3 \pm 11.3	98.3 \pm 4.0	70.6 \pm 23.2
陰(N=4)	164.0 \pm 23.8	25.4 \pm 8.3	97.5 \pm 5.3	75.5 \pm 19.6

表3は、4回のCNV記録のうち3回以上パターンIまたはIIを示すか、3回以上CNV陰性であった被検者のSVR, P-VEPの潜時と振幅を比較したものである。潜時については各群間に差はなかった。SVR振幅はパターンI群で低い傾向がみられたが、統計学的には有意の差がなかった。P-VEP振幅もCNV陽性群で低い傾向がみられたが、有意差はなかった。

次にCNVが安定して出現した群と不安定であった群とを比較したのが表4である。CNV出現回数3回以下の被検者ではSVR潜時が延長し、P-VEP振幅が低くなる傾向がみられたが、有意差はなかった。SVR振幅とP-VEP潜時には差がなかった。

表4 CNV出現頻度とSVR, P-VEP振幅の関係
3回以下:n=30, 4回:n=19

CNV出現回数	SVR		P-VEP	
	潜時(msec)	振幅(μ V)	潜時(msec)	振幅(μ V)
3回以下	172.0 \pm 19.3	21.8 \pm 10.0	98.7 \pm 6.1	65.8 \pm 25.6
4回	166.0 \pm 15.6	22.2 \pm 9.4	99.1 \pm 4.0	75.2 \pm 20.4

考 察

1. CNVの記録条件

CNVは覚醒度、注意、意欲といった微妙な心理的条件に左右されるため同一個人でも変動性が大きく、これがCNVの臨床的有用性を低下させるひとつの要因となっている。CNVが、いくつかの要素から構成される電位変化であることは広く認められており、各要素を分離するにはS₁-

S₂が6秒以上であることが望ましいとされているが²⁾、これは研究を目的とした記録の場合の場合重要なことであり、各要素の意味づけが明確でない現在の段階ではより安定してCNVが出現する記録条件を用いたほうが臨床的には有用であろう。

今回の我々の研究ではS₁-S₂間隔2秒のほうが3秒よりもCNV出現率が高く、かつ典型的CNVであるパターンIIの出現率も高かった。したがって、日常検査に用いる場合はS₁-S₂は2秒が適当と考えられる。事実、日本脳波筋電図学会の誘発電位検査法委員会でも、2秒間隔が実用的な値であろうとしている³⁾。S₁呈示様式はregular, randomどちらも良いと思われる。

2. CNVパターン変動の要因

今回記録されたCNVは、その波形から2つのパターンに分けられた。CNVが複数の要素からなる複合波であることは広く認められているが、これらを分離して記録するにはS₁-S₂間隔を6秒以上にすると必要であるとされている。しかし、本研究ではS₁-S₂間隔2秒でも4分の1以上の試行で二峰性CNVが記録され、3秒間隔でもその出現頻度が変わらなかったことから、刺激間隔とは無関係な要因によると考えられる。

まず考えられるのはCNVパラダイムにおける反応の個体差であるが、図4で示したようにCNV波形は同一個人でも各試行毎に容易に変化し、計4回の試行で一貫してパターンIを示した被検者はなかった。これは、一貫してパターンIIを示した被検者が8名あったのと対照的であった。したがって、二峰性CNVは反応の個体差ではなく、課題遂行時に於ける被検者の状態によると考えられる。

CNV試行中は脳皮質が高い活動レベルにあることが、S₁-S₂間で探索刺激を与えてその誘発電位を記録した研究や⁴⁾⁻⁶⁾、神経細胞レベルの研究で示されており⁷⁾、脳皮質浅層の先端樹状突起にEPSPが蓄積して錐体細胞の興奮レベルが上昇することがCNV出現の神経機序と考えられている⁸⁾⁻¹⁰⁾。図4に示したように、S₁-S₂間隔2秒、regular刺激でパターンIを示した場合、

3秒間隔にするとほとんどの被検者が明かな陰性電位変化を示さなかった。他の条件でも、パターンⅠを示した場合は刺激のパラメータを変えると、パターンⅡを示した場合に比較してCNV出現頻度が低い傾向がみられる。これは、パターンⅠが出現しやすい被検者ではCNV出現が不安定なことを示しており、このような被検者ではパターンⅡを示した場合に比べて試行中の大脳皮質の活動レベルが低かったのではないかと予想される。

CNV試行中の大脳皮質活動レベルが上がっていることを支持する所見として、体性感覚誘発電位の潜時短縮⁴⁾、聴覚誘発電位の振幅増大が報告されている⁵⁾⁻⁶⁾。表3に示したように4回の試行中3回パターンⅠを示した被検者では、3回以上パターンⅡを示した被検者とSVRとP-VEPの振幅が低く、P-VEPでP₁₀₀の潜時が延長する傾向がみられた。また、表4に示したようにCNV出現頻度が3回以下の被検者では、4回すべてでCNVが記録された被検者と比較してSVR潜時が延長し、P-VEP振幅が低い傾向がみられる。これらの所見は、ERP記録中に大脳皮質の活動レベルが低下し易い被検者で非定型な二峰性CNVが出現したのではないかと上記の推論を支持している。

しかし、CNV記録中の誘発電位記録ではないので、CNVパラダイム試行中実際に大脳皮質の活動レベルが低下していたという直接的証明はない。また、4回の試行のうち3回以上CNVが記録されなかった被検者では3回以上パターンⅠまたはⅡが記録された被検者よりもSVR、P-VEP振幅が高い傾向があり(表3)、CNV記録とは別個に記録した誘発電位からCNVパラダイム中の覚醒水準を推測することには疑問がある。この点については、今後CNVパラダイム試行中に誘発電位を記録して再検討する必要がある。

3. 非定型CNV波形の神経生理学的意義

CNVは、発見当初単一の現象と考えられていたが、その後前期成分と後期成分の2つ¹¹⁾⁻¹²⁾、あるいは3ないし4個の要素に分けられ^{2),13)}、最近の主成分分析を用いた研究では7個の要素波

の存在が推定されている。一般には、これらの要素波を分離して記録するには6秒以上のS₁-S₂間隔が必要とされているが、本研究では2~3秒間隔でも二峰性CNVが記録された。そこで問題となるのは、この二峰性CNVが既に論じたように覚醒水準の低下によって生じた、単なる非定型陰性変動なのか、短いS₁-S₂間隔にもかかわらずCNVの要素波が分離して記録されたものなのかである。

CNVの後期成分は、運動反応の準備¹²⁾あるいはS₂に対する期待¹⁴⁾を反映したものとされ、S₂前および1秒から立ち上がり、S₂直前にそのピークを示す。パターンⅠの第2峰は、S₁-S₂間隔2秒ではS₂前842~876msec、3秒ではS₂前1334~1413msecから始まり、いずれもS₂直前にそのピークがある(図3、表2)。これは山本らの主成分分析によるS₁+2200Nともほぼ類似した出現経過を示しており¹⁵⁾、CNVの後期成分と対応したものと考えてよいであろう。

パターンⅠの第1峰は、立ち上がり潜時がS₁-S₂間隔2秒で412~462msec、3秒で479~507msecで、700~800msecの持続を示した(表2)。本研究ではS₁前の平均電位を測定できなかったので振幅測定データは示さなかったが、そのピークはS₁900~1100msec付近にあった(図3)。これはCNVの初期成分とされるS₁後400~700msecにピークをもつ陰性電位とは一致しないが¹¹⁾⁻¹²⁾、McCallumとCurryが報告したN1210と時間経過が似ている¹⁶⁾。しかし、ピーク潜時が短いこと、S₁-S₂間隔3秒regular刺激では持続時間が1150msecと著しく延長していること、同じ条件下でパターンⅡが出現した被検者ではS₁後1155msecにCNVの立ち上がり潜時があること(表2)など試行毎の変動が大きく、これを単一の陰性波とみなすのは困難である。したがって、本研究で記録された非定型CNV波形は、要素波が分離して記録されたとみるより、覚醒水準低下など非特異的な要因によって引き起こされた現象と考えたほうがよからう。

ヒトの心理現象を客観的に評価できる手段としてCNVは多くの研究者の関心を引き、これを各

要素波に分けて情報の処理, 期待, 運動の準備といった現象と対応させようとする試みがさかに行われている。それらの中には準備電位や P₃₀₀のように比較的生理学的意義のはっきりした要素もある。しかし, 本研究で示唆されたように CNV は大脳皮質活動レベルのわずかな変化によって波形が変化する可能性があり, 今後の研究にあたっては覚醒水準の変化にすぎない電位変化を要素波として抽出している危険性があることを銘記すべきであろう。

文 献

- 1) Walter, W. G., Cooper, R., Aldridge, V. J., McCallum, W. C. and Winter, A. L. : Contingent negative variation : an electric sign of sensorimotor association and expectancy in the human brain. *Nature.*, 203 : 380-384, 1964
- 2) 下河内 稔 : 事象関連電位(Ⅲ). *臨床脳波*, 23 : 809-818, 1981
- 3) 日本脳波筋電図学会誘発電位検査法委員会 : 誘発電位測定指針(案). *脳波と筋電図*, 13 : 97-104, 1985
- 4) McAdam, D. W. : Increases in CNS excitability during negative cortical slow potentials in man. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 26 : 216-219, 1969
- 5) Timsit-Berthier, M., Rousseau, J. C. and Delaunoy, J. : Reactivite de l'onde d'attente et des ondes negatives post-imperatives. *Rev. E. E. G. Neurophysiol.*, 1 : 245-248, 1971
- 6) 松岡俊樹, 長谷部文雄, 大塩達一郎, 加納邦夫, 中村道彦 : 陰性緩電位変動(CNV)の神経機序. *臨床脳波*, 31 : 155-159, 1989
- 7) Goff, W. R., Allison, T. and Vaughan, J. R. Jr. : The functional neuroanatomy of event-related potentials.; in *Event-Related Brain Potentials in man*, Callaway, Tueting and Koslow eds, Academic Press, New York, pp1-79, 1987
- 8) Gemba, H., Tsujimoto, T. and Sasaki, K. : Contingent negative variation (CNV) and readiness potential in the frontal lobe of monkeys. *J.Physiol.Soc. Japan.*, 49 : 429, 1987
- 9) Ohshio, T. and Hasebe, F. : Computer stimulation of CNV. *Neuroscience Res.Suppl.*, 3 : 41, 1986
- 10) 長谷部文雄, 大塩達一郎, 松岡俊樹 : 陰性緩電位変動の神経機序—理論. *脳波と筋電図*, 16 : 165, 1988
- 11) Loveless, N. E. and Sanford, A. J. : The CNV baseline : considerations of internal consistency of data.; in *Event-Related Slow Potentials of The Brain : their Relation to Behavior*, McCallum and Knott eds, *Electroenceph. Clin. Neurophysiol. Suppl.*, 33 : 19-23, 1973
- 12) Rohrbaugh, J. W., Syndulko, K. and Lindsley, D. B. : Brain wave components of the contingent negative variation in humans. *Science.*, 191 : 1055-1057, 1976
- 13) Sanquist, T. F., Beatty, J. T. and Lindsley, D. B. : Slow potential shifts of human brain during forewarned reaction. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 51 : 639-649, 1981
- 14) Gaillard, A. W. K. : Effects of warning-signal modality on the contingent negative variation (CNV). *Biol. Psychology.*, 4 : 139-154, 1976
- 15) 山本卓二, 斉藤泰彦 : CNV paradigm における認知. *臨床脳波*, 31 : 493-497, 1989
- 16) McCallum, W. C. and Curry, S. H. : Late slow wave components of auditory evoked potentials : their cognitive significance and interaction. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 51 : 123-137, 1981

要 約

CNV の記録条件を検討する目的で, 健康若年成人49名(男12, 女37)を対象に S₁-S₂+R パラダイムを用いて CNV を記録した。S₁-S₂ 間隔 2 秒のほうが 3 秒よりも安定して CNV が記録されたが, 刺激間隔とは無関係に 26~30% の試行で二峰性の陰性変動をもつ非定型な緩電位が記録された。この緩電位は同一被検者でも出現性が一貫せず, 個体差よりも被検者の状態に依存していた。二峰性陰性波のうち, 後期成分は準備電位に対応するものと思われたが, 前期成分は S₁ 後 900~1100msec にピークをもつ陰性波で, これまで報告されている CNV の要素波とは対応しなかった。また, この非定型 CNV を示す被検者では CNV 出現が不安定で, SVR およびパターン VEP の振幅が低い傾向があり, 試行時の被検者の覚醒水準低下によるものではないかと考えられた。

(1990年11月5日受理)