

タイトル: QLink Ally®、交感神経共鳴技術の形態（SRT™）は、急性神経機能に与える携帯電話関連変化を緩和させるか？試験的研究

<注: 本研究に関するプレスリリースの写しを要求する場合は、415-934-1571に電話するか、patricia@calfeegroup.comまでメールで連絡をください>

Rodney J. Croft^{*†}, Jody S. Chandler^{*}, Adrian P. Burgess[‡], Robert J. Barry^{*}, John D. Williams[♠] & Adam R. Clarke^{*}.

^{*} 脳および行動研究所、ウロンゴン大学、ノースフィールド通り、ウロンゴン、2522、オーストラリア

[†] 神経心理薬理学センター、スインバーン工科大学、ホーソン3122、オーストラリア

[‡] 認知神経科学および行動センター、王立医大、St. Dunstons Road、ロンドン、W68RF、英国

[♠] 心理学部、コベントリー大学、Priory St., コベントリー、CV15FB、英国

連絡先:

Rodney J. Croft, 神経精神薬理学センター、スインバーン工科大学、ホーソン3122、オーストラリア. Tel: +61 (3) 92148769; Fax: +61 (3) 92145230; Email: rcroft@swin.edu.au

1 Croft et al.

欄外見出し： EEGに与える携帯電話の影響の緩和

キーワード： 携帯電話; EMF; Q リンク; 安静時EEG; ERD.

目的: 電源を入れた携帯電話 (MP) への暴露は脳電図 (EEG) における人間の神経機能に影響を与えることが証明されている。そうした影響が有害であるとは判定されていないが、これらの携帯電話関連効果を最小限にとどめるための多数の装置が開発されている。その中の1つ、Q Link Ally[®] (QL) は人体に作用して、携帯電話の影響を緩和するとされている。今回の試験的研究はQLが人間の携帯電話関連EEGに影響を与えうるかを検証するために発案された。**デザイン:** 24人の被験者が単純盲検完全平衡クロスオーバー試験に参加した。ここで被験者の聴覚刺激反応への安静時EEGと位相固定神経反応を電源を入れた携帯電話と電源を入れた携帯電話およびQLの条件下で評価した。**結果:** 携帯電話使用状態におけるQLの使用によって、ガンマ波の安静時EEGは増加した。暴露持続期間の機能としても増大した。QLは携帯電話関連影響をデルタおよびアルファ波の範囲 (トレンドレベルで) で減衰した。またQLを使用することによって位相固定神経反応にも影響があった。アルファ波には左右差の変換があり、デルタ波には経時的に変化の転換があった。携帯電話関連ベータ波の減衰は前頭葉後部で経時的に見られた。暴露期間の機能として増加するガンマ波の全体的な減衰も見られた。これらの変化と性能または心理学的状態の間に明白な関係は見られなかった。**結論:** この試験的研究は電源を入れた携帯電話にQLを装着することによって、人間の神経機能に影響を与え、安静時のEEGパターンに聴覚神経への神経反応を誘導し、一部の携帯電話関連によるEEGの変化がQLにより減少することがわかった。

序論

携帯電話 (MP) は通常、900-1800 MHz のパルス信号で作動する。その出力は 250 mWにも昇る。この信号への暴露が人間に影響を与えるという懸念がある。そのため、人間の生理学および病理学に及ぼす携帯電話の影響がテストされた。試験では携帯電話の使用と人間の病理との間の一定の関係を発見することができなかった。しかし、神経機能においては、携帯電話に15分から20分暴露しただけで神経機能に累積的影響を与えるということが証明されている (脳電図 ; EEGによる) (Reiser et al., 1995; Lebedeva et al., 2000; Croft et al., 近刊)。例えば、我々は最近、携帯電話が聴覚刺激に対する安静時EEGと位相固定神経反応の両者を暴露時間の関数として変化させることを証明した。これらの変化は心理的状态および反応時間測定と関連している (Croft et al., 近刊)。こうした変化は使用者にとって有害だとは証明されていないが、携帯電話の影響を減少させるという多数の方法が開発されている。今回の研究はそうした1つの装置Q Link Ally[®] (QL) が人間のEEGに対して電源が入った携帯電話の効果を減少させるかどうかテストするためにデザインされている。

QLは「ブラックボックス」であり、7,377 MHz (および一連の高調波; Clarus Products International) で低線量連続波 (吸収量100 mW) を発信するポータブルのEMF発信装置である。電源は9V D.Cである。開発者によれば、このEMFは素粒子「情報」の搬送波として機能するとされている。この情報は生体のストレスに対する復元力を強めるとも言われている。しかし、検証できない上記理論に対する多数の要素がある (一部は開発者により重要な詳細が明らかになっていないためであり、一部は科学界に必須のツールが現在存在しないためである)。

4 Croft et al.

こうしてこの研究は電気生理学の範囲の中でこの論文の見地を検証する-EMは携帯電話が神経機能に与える影響を変化させるか（EEGの中で）。この試験を実施するために、電源の入った携帯電話に暴露された神経機能を携帯電話とQLの双方に暴露された神経機能とを比較した。使用した尺度は安静時EEG（被験者は眼を開けてリラックスした状態で座っている）、多数のトーンへの初期位相固定神経反応（被験者は周波数のみが異なる2つのトーンのうち1つに選択的に反応する）、能力（反応時間）および心理状態（どのように被験者が「反応」するか）であった。テストした帰無仮説はQLがどの尺度にも影響を与えないということである（各尺度で「携帯電話」 = 「QL + 携帯電話」）。現在の研究は人間のEEGに携帯電話が与える影響を決定するためにデザインされたより大規模な調査プロジェクトの一部である。これには別の場所で報告された「携帯電話対対照」比較も含まれる（Croft et al., 近刊）

材料と方法

被験者

この試験には男性16人と女性8人が参加した。オーストラリアドル\$ 10が支払われた。年齢は19才から48才（平均27.5才）であった。右利きは20人であった。被験者たちは聴覚の疾患がなく、神経学的病歴もなかった。文書によるインフォームドコンセントを与え、罰則を受けることなくいつでも試験を停止することができた。この試験は地域の倫理委員会で認められた。

手順

研究所に到着すると、被験者たちはインフォームドコンセントに署名した。続いて人口統計および個人的アンケートに署名した。被験者たちにEEG記録装置を装着し、防音記録ブースに着席した。ここではEMFストレスサー（EMF）と

5 Croft et al.

EMF 減衰器 (EMF_{att}) が設置されていた。次に、被験者たちは、3分間の聴覚弁別課題を行い、その後、被験者たちは2分間、眼を開けて、着座した (安静時 EEG)。この5分間のEEGプロトコルを4回反復した。この20分間の作業を3回くりかえした。それぞれ背景条件は異なるものとした (合計EEG記録時間は60分となった)。三個の背景条件は「EMF」であり、電源の入った携帯電話、「EMF_{att}」、電源の入った携帯電話とQLの同時暴露とした。「対照」として、携帯電話とEMF_{att}を使用しない状態を設定した。条件順序は被験者の間で平衡させた。被験者たちは自分達のおかれている状況を知らされなかった (単純盲検)。これに加えて、各20分間の実験の直前直後に Thaya 活性化デアクティベーション Adjectiveチェックリスト (AD-ACL; Thaya, 1967) を実施した。試験中、被験者は連続的に閉回路テレビによってモニターした。

識別作業

各識別作業は90個の70 dB両耳トーンで行った。片耳は1100 Hz [高]で、片耳は1000 Hz [低]であった。トーンの持続時間は60 msであり、可変刺激間隔は 2 +/- 1 秒であった。刺激は被験者の約1.5m前に置かれたスピーカーを通じて行った。被験者にはボタンを押すことによって可能な限りターゲットトーンに対して迅速かつ正確に反応するよう求めた。ターゲット周波数と反応手は被験者の間で同じとし、被験者たちの間で平衡させランダムに割り振った。試験セッションの前に準備段階を置き、被験者を実験になれさせた。得られた挙動尺度は正確性と反応時間であった。セッションを通じてピーク挙動を維持するために、実験ブロックの後に被験者らに報酬として20オーストラリアドルを与えた。これは後の実験ブロックで少なくとも正確で高速の挙動を実施させるためであった。

材料

生態学的妥当性を向上させるために、EMFを発生させる受信機として標準Nokia 5110 携帯電話を使った（900 MHz EMF、パルス繰り返し数217 Hz；パルス幅 0.577 μ s; 推定最大出力 250 mW; 実験中の実際の放射は測定しなかった）。これを被験者の頭部OzとPzの間から5cm離して置いた。設置には非金属外部ブラケットを使用した。信号強度によるばらつきを低下させるために、標準文書を使用し、別の部屋から電話で送信した。標準文書はラジオ番組から抽出した話し言葉からなる。これらは被験者には聞こえず、各条件ごとに発信した。QLの電源は240 Vで9 V D.C.に変圧し、被験者の胸部に設置した（左胸骨）。快適なチェストストラップを使用し、別室から操作した。EMF とEMF_{att}の位置は実験中、固定した。

データ取得と分析

挙動および心理学的測定

精度および反応時間（RT）指標はそれぞれ弁別課題からこれらのターゲットに反応する合計パーセンテージおよびこれらのターゲットに反応する平均時間として取得した。各3分間のタスクからの最初の4個の刺激は上記測定から除外した。これは、タスク開始による混乱による可変性を減らすためである。AD-ACL

（Thaya, 1967）はムードや感覚を表す20単語からなる。

被験者たちはLikert 4点スケールで特定の時点で彼らのムードを表現する形容詞を選択する。形容詞に関する項目は「静謐」、「興奮」、「疲労」、「緊張」である。そして「活性化」スケールを形成するために平均化される（低スコアは高活性化レベルを示す）。異なるスコアがこのスケールから算出され

7 Croft et al.

（「条件マイナス実験前スコア」）、独立した尺度として使用された（「活性化」とされる）。

電気生理学的測定

EEGデータは頭部19箇所（Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, O2）からスズ電極を用いた電極キャップを使って採取された。参照電極は耳に接続された（AMLABII採取システム）。電気眼球データは左眼の上下と眼角に付けたスズ電極を使って記録した。データは0.05から120 Hz帯域通過により512Hzで連続的にサンプリングされた。インピーダンスは5 kOhm未満を維持した。データは以下の頭蓋領域でグループ化した：前頭部左（FL） = 平均 [FP1, F3, F7]; 前頭部正中線（FM） = Fz; 前頭部右（FR） = 平均 [FP2, F4, F8]; 中央左（CL） = 平均 [C3, T3]; 中央正中線（CM） = Cz; 中央右（CR） = 平均 [C4, T4]; 後頭部左（PL） = 平均 [T5, P3, O1]; 後部正中線（PM） = Pz; 後頭部右（PR） = 平均 [T6, P4, O2].

安静時EEG：各2分間の安静時EEG時に、30～90秒の期間をEOG修正し

（Semlitsch et al., 1986）、2個の瓶に分割し、高速フーリエ変換（10% コサインウィンドウ）し、平均を取った。従属変数は結果として得られたEEG振幅値で、5つの周波数帯にグループ化した。それは 1～4 Hz（デルタ）；4～8 Hz（シータ）；8～12 Hz（アルファ）；12～30 Hz（ベータ）；30～45 Hz（ガンマ）であった。これらを総称して、「FFT」と呼ぶ。

弁別課題：各3分間の弁別課題のために、データをEOG修正し（Semlitsch et al., 1986）、刺激後1500～1000 msに分類した。これらの時期の位相固定要素（平均）をFFTデータのために上記に定義された周波数帯それぞれのためにターゲット

8 Croft et al.

ットおよび非ターゲット刺激について別々に計算した（12 dB/オクターブ ロー
ールオフ; ゼロフェーズシフト）。この課題のための依存測定は周波数帯それ
ぞれについて初期感覚位相固定反応（刺激後0～200 ms）におけるピークパーセ
ンテージ出力変化であった（-1000 ～ -500 ms ベースラインと比較して）（初期
感覚変化; ESC）。

統計分析

携帯電話と対照の比較結果はすでに報告されており（Croft et al., 近刊）、ここで
は検討しない。しかし、これらの結果と本論文の結果を読者が比較するために該
当する平均値と標準偏差を携帯電話の影響の簡単な説明とともに表IIに掲げた。

FFT、ESC、活性化、RT測定それぞれのために、直交反復測定多項式対照を使用
し、これらの指標と状況（QL+携帯電話対携帯電話）との間の関係について、適
宜、時間（前半対後半の各10分間、合計20分間における状況）と頭蓋の位置（矢
状方向 [前方、中央、後方]; 側部 [左、正中線、右]) の関係をテストした。各条
件は1、2、3番目とも同じ回数発生した。各従属変数につき、「順序」はノ
イズ変数として扱い、各順序の中のスコアをZスコアに変換することによっ
て除外した（適宜、正規性に変換した）。上記指標のそれぞれに適切なアルファ
レベルを維持するために、計画された対照の数はエラー自由度の数に制限された
（Tabacknick & Fidell、1989）。条件とトポグラフィーの間の条件または相互
作用による効果、時間またはタイプのみを報告する。

QL+携帯電話状態について、QL関連EEG変化が主観的状态または達成度の尺
度と関連していることを決定するために、あらゆる有意な対比の矢状方向、側
面、時間次元、およびRTおよび活性化の相関分析を実施した。例えば、* 左
右差（左対右）効果状態では、1つの変数が計算され（平均左マイナス平均右位
置）、この新しい変数とQL+携帯電話条件データのRTと活性化との間に相関分析

9 Croft et al.

を実施する。データの正規化が困難であるためにノンパラメトリック相関を使用した。2つの試験は有意な対比によって行われたために、 α は0.025に低下した。

QLの効果の理解を容易にするために、Croft et al (近刊) の結果の概略がある。携帯電話と対照条件との間に反応時間 ($p>0.45$) や心理学的活性化 (THAYA; $p=0.08$) の差はなかった。安静時EEGでは、対照条件で右半球にはデルタパワーが少ないが、この差は携帯電話条件では強調される ($p=0.041$)。前頭部にはアルファ波の携帯電話暴露の影響はないが、EMF状態では後頭部にアルファ波の昂進が見られる ($p=0.017$)。さらに、対照条件では経時的にアルファ波は変化しないが、携帯電話条件では正中部で経時的に増加する ($p=0.028$)。位相固定神経反応に関連して、対照条件では、初期感覚シータ反応は正中部で経時的に減少するが、この減少は携帯電話条件の下では減衰した ($p=0.038$)。電源を入れた携帯電話への暴露もまた初期ベータ反応の全般的減少をもたらした ($p=0.032$)。この減少により、自然なベータ波の経時的減少は前頭部および後頭部で最も大きくなった ($p=0.035$)。電源を入れた携帯電話の暴露の影響は側頭前部または正中後部では見られなかったが、ガンマ反応は正中後部で増加した ($p=0.021$)。

結果

行動および心理学的測定

被験者の平均精度レベルは 99.3% (SD=1.3) および99.2% (SD=1.4) であった。携帯電話およびQL+携帯電話条件のRTはそれぞれ383.4 ms (SD=75.4) および381.5 ms (SD=85.4) であった。正規性を推定するために、反応時間データを「 $t_{RT} = \ln(RT)$ 」で変換した。いかなる状況や状況*時間もRTに影響を与えていない ($F[1,23]<1.07$; $p>0.313$)。いかなる状況も活性化に影響を与えていない ($F[1,23]=0.64$; 0.432)。

電気生理学的測定

安静時EEG：正規性を推定するために、データを「 $t_{\text{FFT}} = \text{自然対数}$

(FFT)」で変換した。左半球と比較して右半球にデルタ波の携帯電話関連減少があったが、QLの追加によりこのパターンはトレンドレベル正規化が認められた ($F[1,23]=3.37$; $p=0.079$; 条件 * 側頭部[左対右]; 図1a) この正規化は活性化やRTの変化と関係がなかった ($r[24]<0.26$; $p>0.264$)。後頭部における携帯電話に関連するアルファ波の昂進はQLでは変化しなかった ($F[1,23]=0.25$; $p=0.620$; 条件*矢状方向 [前部対後部]; 図 1b)。しかし、携帯電話条件における正中アルファ波の増加はQLの影響を受けた。トレンドレベルは経時的に減少した

($F[1,23]=2.95$; $p=0.099$; 条件 * 側頭部 [側面对正中線] * 時間; 図1c)。この減少は活性化の増加と関係があった (トレンドレベル; $r[24]=-0.42$; $p=0.052$)。しかし RTとは関係がなかった ($r[24]=0.05$; $p=0.824$)。QLの装着によって正中線ガンマ波が増加した ($F[1,23]=4.62$; $p=0.042$; 条件 * 左右差[側面对正中線])。そしてこの増加は活性化と反比例していた (トレンドレベル; $r[24]=-0.44$, $p=0.03$)。しかしRTとは反比例していなかった ($r[24]=0.22$; $p=0.304$)。この正中線ガンマ波増加は前後部で最大であった ($F[1,23]=5.49$; $p=0.028$; 条件* 側面[側面对正中線] * 矢状方向 [中央対前後部]; 図 2a)。この特殊なパターンは活性化またはRTとは関係がなかった($r[24]<0.26$; $p>0.218$)。ガンマ波はQL+携帯電話による頭蓋全体での暴露持続の関数として上昇した。一方、携帯電話条件は後頭部で減少した ($F[1,23]=4.62$; $p=0.042$; 条件 * 矢状方向[前部対後部] * 時間; 図2b) しかし、この変化は活性化やRTとは関係がなかった ($r[24]<0.02$; $p>0.910$)。

弁別課題：正規性を推定するために、データを「 $t_{\text{ESC}} = \text{自然対数}(100-\text{ESC})$ 」に従って変換した。ここでは、よりポジティブな t_{ESC} 値が大きな神経反応を表す。

11 Croft et al.

QLの装着によって、経時的に左半球の誘導デルタ波が減少し、右半球では増加している（携帯電話条件に関連する; $F[1,23]=14.09$; $p<0.001$; 条件*側面[左対右]*時間; 図2c)。この頭内定位パターンはRTと反比例していた（トレンドレベル; $r[24]=-0.41$; $p=0.048$ ）が、活性化とは関係がなかった（ $r[24]=0.16$; $p=0.445$ ）。携帯電話に関連する側方（正中線に関連する）経時的シータ波はQLの装着によって有意な影響を受けなかった。 $F[1,23]=1.63$; $p=0.214$; 状態*左右差 [側面对正中線]*時間; 図1d)。QLの装着によって左半球のアルファ波は増加し、右半球のアルファ波は減少した。（ $F[1,23]=5.02$; $p=0.035$; 条件*側方 [左対右]; 図2d)

しかしこのパターンはRTや活性化と関連していなかった（ $r[24]<0.32$; $p>0.129$ ）。携帯電話条件で誘導された全般的減少はQL+携帯電話（ $F[1,23]=0.01$; $p=0.977$; 条件）でも認められた。正中線部位では減少が著しかった $F[1,23]=6.17$; $p=0.021$; 条件*側面 [側面对正中線]。このベータ波の携帯電話関連減少は暴露時間の関数として発生した。前頭部および後頭部部位で最大であった。QL+携帯電話条件におけるこの一時的な変動にはトレンドレベルの減少があった（ $F[1,23]=2.07$; $p=0.164$; 条件*矢状方向 [頭骨頭頂部前部対中央]*時間; 図1e)。QLを装着すると、QLにより誘導ガンマ波は顕著に全体的に減少した（ $F[1,23]=9.58$; $p=0.005$; 条件; 図4参照）。これは側頭部（ $F[1,23]=8.39$; $p=0.008$; 条件*側面[正中線対側面]）と側頭後部で最大であった。

これは前部正中線および後部での携帯電話関連ガンマ波増加を減少させた。

（ $F[1,23]=6.65$; $p=0.017$; 条件*側面 [正中線対側面]

*矢状方向 [前部対後部]; 図1f)。左半球のガンマ波減少は経時的に増加した

（ $F[1,23]=4.55$; $p=0.044$; 条件*側面 [左対右]*時間）。ガンマ波パターンはRTや活性化と関係がなかった[24] <0.25 ; $p>0.240$ ）。

考察

この試験的研究の結果から、QLは安静時EEGおよび音響反応に対する誘導神経反

12 Croft et al.

応の両面で携帯電話の神経機能効果に影響を与えることが示唆された。

安静時EEGについては、一次効果は正中線、前部後部部位での高周波活動（ガンマ波）の増加であった。これは20分間条件を通じて強いガンマ波の上昇と関係していた（図 2a/b）。またQLを装着することによって、携帯電話暴露期間にわたり安静時デルタ波に対する携帯電話関連変化のトレンドレベル減衰と安静時アルファ波の増加をもたらした。このことはQLの装着により携帯電話効果の一部が減少することを示唆する（図1a/b）。減衰はトレンドレベルのみであったが、図3においては控えめな統計的分析が見られる。ここでは、対照とQLグループ平均の区別がつかない。このことは、対照と携帯電話条件との間に有意な差があるが（Croft et al., 近刊）、携帯電話とQL+携帯電話条件のトレンドレベル差のみであるときは、QL+携帯電話条件における大きな変動性によるものであったことを示唆する。また位相固定神経反応にも変化が生じた。QLの装着によりデルタ波上昇は右半球で減少し、左半球で増加した。これは暴露時間の関数、アルファ帯の左右差逆転、ガンマ帯の全体的な減少によるものである。このガンマ反応は頭蓋全体で減少し、前部正中線部で最も減少が大きかった。結果として、携帯電話関連ガンマ波増加が減衰した。

上記、安静時EEGと神経反応の意味に関して合意がないために、我々はその影響を完全に評価する立場にない。それでも、我々が解釈できるのは、携帯電話関連効果に関わるQL関連効果が神経機能にどのような影響を与えるかであり、これらの効果がどのように行動および心理学的指標に関連しているかである。携帯電話関連効果にQLを加えた効果については、携帯電話関連効果に対するのと常に逆の方向である。つまり、QLの装着は対照条件により近づいた機能を生じ、携帯電話の影響を減衰することを示唆する。こうした減衰は他のEMF装置がストレ

13 Croft et al.

ッサーに与える影響に一致している。例えば、低周波電磁気場は心筋梗塞

(Albertini et al., 1999; Di Carlo et al., 1999) と低酸素症 (Di Carlo et al., 2000) を防止する効果があることが報告されている。さらに今回の試験とより密接に関連するものとして、マイクロ波の生体への影響が低周波騒音で軽減されると報告されている (Litovitz et al., 1997)。QL関連変化と心理学的活性化レベルおよびパフォーマンスとの間の関係については、明快な関係は見いだされていない。しかしトレンドレベル関係は見いだされている。特に、QL関連安静時ガンマ波増加は活性化減少と、携帯電話関連安静時アルファ波は活性化増加と、誘導されたデルタ波のQL関連頭内定位はより高速な反応時間と関連していた。これらの関係はトレンドレベルにとどまるので、これらから多くを導き出すことは困難である。しかし、それらは、携帯電話の影響に対して (Croft et al., in press)、QLの装着が多次元的な影響を生じることが示唆される。

QLの装着が神経機能（および神経機能に対する携帯電話関連変化の一部に与えるトレンドレベル減衰効果）に影響を与えることが証明されたのにもかかわらず、QLのどの部分がこれらの影響を示したのかは明らかでない。つまり、QLが素粒子とバイオフィールドの相互関係によってその影響を生じると考えられているが、研究が示したのは全体的QL機能の添加である (D.C.および主電源周波数を含み、交感神経共鳴技術 (SRT™、Clarus Products International, L.L.C. サンラファエル、カリフォルニア州) が影響を持つ)、そして、その影響はD.C.または50 Hz電源がよるものだとも考えられる。こうした解釈は神経活動のより高い周波数

(50Hzに近い) がQL (30-45 Hz) の装着により多くの影響を受けるという観察と一致する。この予備試験の延長では実験的対照によってこの問題を解決しなければならない (例: D.C.と50 Hzを2つの状態で一定に保ち、QLの SRT™ だけを操作する)。しかし、現在のところ、この結果は電源または SRT™ 技術のいずれ

14 Croft et al.

かに起因すると解釈するしかない。しかし、QLは物理的に電極に接近しておらず (>30 cm)、QL効果の分布は電極と装置との距離には関係しておらず（しかし、通常、神経活動に関係するものに類似していた）、9V変電器から漏れる50Hzの規模はQL効果を直接説明するには小さすぎた。さらに、QLがガンマ波に与える影響は暴露全体を通じて増加した。このことは、その効果がQLが電極に与える影響によるものである説を強く否定し、QLの装着による神経機能の相互作用による効果であるという説を肯定する。

今回の試験研究は電源を入れた携帯電話暴露に対するQLの装着が音声刺激に対する安静時EEGおよび位相固定神経反応における神経機能に影響を与えることを示唆している。しかし、この反応が有益であることは今回の研究では明らかにできなかった。なぜならば、QL+携帯電話条件に関連する携帯電話の影響の減衰傾向があったからである。このことは、QLが携帯電話関連効果を減衰させていたことを示唆する。これらの所見を実証し、明らかにするためにさらなる研究が必要である。

謝辞:

本研究はClarus Products International, LLC, サンラファエル、カリフォルニア州、米国の資金援助を受けている。

References

- Albertini A, Zucchini P, Noera G. et al. Protective effect of low frequency low energy pulsing electromagnetic fields on acute experimental myocardial infarcts in rats. *Bioelectromagnetics* 1999;20 (6) :372-377.
- Croft RJ, Chandler JS, Burgess AP, Barry RJ, Williams JD, Clarke AR. Acute Mobile Phone Operation Affects Neural Function in Humans. *Clinical Neurophysiology*, in press.
- Di Carlo AL, Farrell JM, Litovitz TA. Myocardial protection conferred by electromagnetic fields. *Circulation* 1999;99 (6) :813-816.
- Di Carlo AL, Mullins JM, Litovitz TA. Thresholds for electromagnetic field-induced hypoxia protection: evidence for a primary electric field effect. *Bioelectrochem. Bioenerg.* 2000;52/1 (9-16) :16.
- Lebedeva NN, Sulimov AV, Sulimova OP, Kotrovskaya TI, Gailus T. Cellular phone electromagnetic field effects on bioelectric activity of human brain. *Biomedical Engineering* 2000;28 (1&2) :323-337.
- Litovitz TA, Penafiel LM, Farrel JM et al. Bioeffects induced by exposure to microwaves are mitigated by superposition of ELF noise. *Bioelectromagnetics* 1997;18 (6) : 422-30.
- Reiser H, Dimpfel W, Schober F. The influence of electromagnetic fields on human brain activity. *Eur J Med Res* 1995;1:27-32.
- Tabacknick BG, Fidell LS. *Using Multivariate Statistics* (2nd Ed.) New York: Harper Collins, 1989.
- Thaya RE. Activation, deactivation adjective checklist: Measurement of activation through self-report. *Psychol Rep*, 1967;20:663-678.

図の説明

図1. QLを携帯電話関連変化に対する添加したときの影響が総平均安静時 EEG（左側）と位相固定神経活動（右側）で示されている。

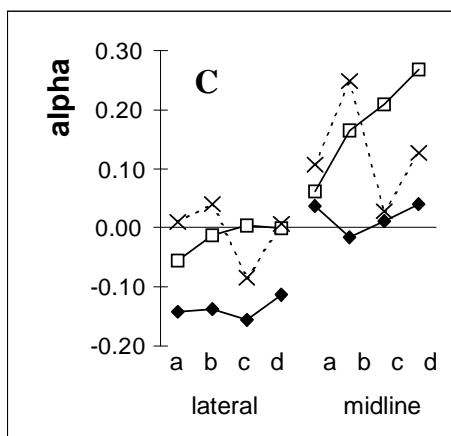
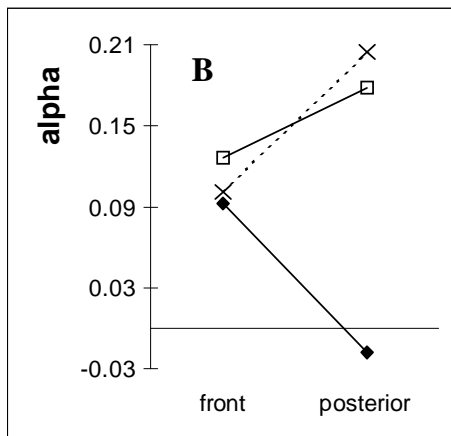
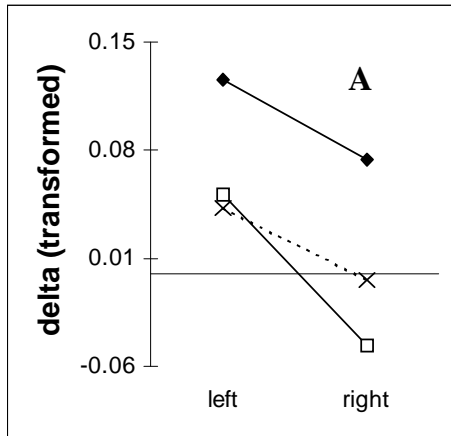
対照結果は参照点に含まれCroft et al.（近刊）から引用されている。対照 = 黒色の四角; 携帯電話 = 白色の四角; QL+携帯電話 = ×印。A. デルタ波は携帯電話の左半球に比較して右半球で減少している。この差はQLの装着により改善している。B. 後頭部アルファ波における携帯電話関連増加はQLの装着により影響を受けていなかった。C. 正中線部分でのアルファ波の携帯電話関連増加は「C」時点からQL+携帯電話条件で抑止されている。D. 誘導シータ波については携帯電話とQL+携帯電話条件との間で有意差はなかった。E. 誘導ベータ反応における携帯電話関連減少はQLの装着により前後部で減衰した。F. 誘導ガンマ波はQL+携帯電話で減少した。こうして後側頭部（post-lat）でMP関連増加は除去された。

図2. 携帯電話暴露に対するQLの装着が安静時EEG（左側）と位相固定神経活動（右側）に与える影響を示した（総合計データ）。携帯電話 = 白い四角; QL+携帯電話 = ×印。A. QLを前後正中線部に装着することによりガンマ波は増加していた（fr/po-mid）。B. 携帯電話状態において後頭部でガンマ波は経時的に減少していたが、QLを装着すると増加した。C. 経時的な位相固定デルタ波変化（左半球では減少し、左半球では比較的安定していた）はQLの装着により逆転した。D. QLの装着によりアルファ波は左半球で増加し、右半球で減少していた。

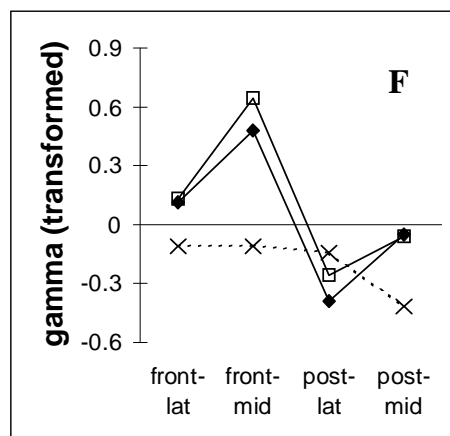
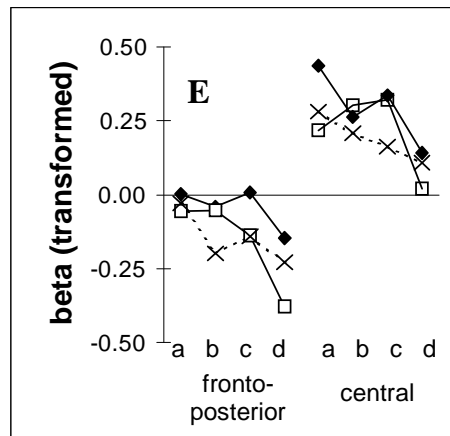
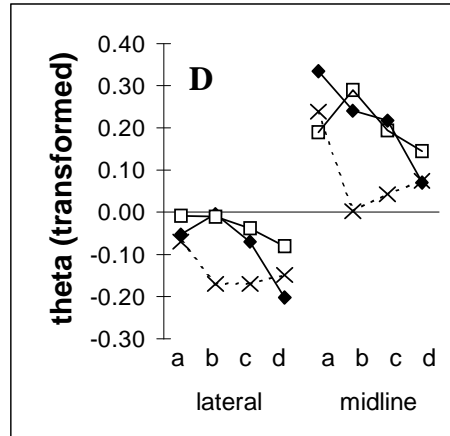
図3. 安静時EEGの経時的総平均変化（条件の前半の1/2部分マイナス後半の1/2部分）を対照（太い灰色の線）、携帯電話（太い黒線）およびQL+携帯電話（細い黒線）で別々に表した。興味深いのは、MP暴露が顕著なアルファ波（8-12 Hz）の増加を示したことである。これはQL+携帯電話では認められないことである。

図4. 携帯電話およびQL+携帯電話状況の総平均位相固定ガンマ波反応をFz、Cz およびPzの基準値のパーセンテージで別々に示したものである。

RESTING EEG



PHASE-LOCKED EEG



RESTING EEG

PHASE-LOCKED EEG

