

アプリケーションノート 105 聴性脳幹反応 (ABR) 検査

音波が耳で検出されるたびに、聴覚路に沿ってさまざまな神経生理学的反応を引き起こします。活動電位は内耳神経、脳幹に沿って伝導され、最終的に脳に伝わります。初期刺激後、約3分の1秒で、音を認識する脳の領域内にて反応を引き起こします。これらの応答信号は、非常に小さいので脳内の電氣的活動による“バックグラウンドノイズ”にしばしば隠れてしまいます。この干渉は、初期刺激に対してランダムとなります。この干渉信号の平均値はほぼゼロに等しくなります。しかし、誘発反応は刺激に左右されるので、刺激が繰り返されると刺激に対して同時に発生します。従って、刺激応答の工程を何度も繰り返した場合“バックグラウンドノイズ”が消え、主要な神経生理学的反応が残ります。

これは、平均脳幹反応検査 (ABR) が基準となります。内耳神経と脳幹の病変を検出するための神経診断目的で使うことができ、また閾値検査にも使うことが可能です。平均化の目的は、バックグラウンドノイズを最小化しながらターゲットとなる応答を単に増強するためです。

刺激に関連して生じる場合に基づく5つの一般的な反応のカテゴリーがあります。刺激と反応の間の時間差は、**レイテンシー**と呼ばれます。

- **高速** 応答は刺激後 2~12 ミリ秒の間のどこかに生じます
- **正弦波 (SWR)** 応答 (脳幹の徐波成分) は刺激後約 12 ミリ秒で生じます
- **中間** 応答は刺激後 12~50 ミリ秒で生じます
- **低速** 応答は刺激後 50~300 ミリ秒で生じます
- **遅延** 応答は刺激後 250~600 ミリ秒で生じます

また、刺激選択はいくつかの反応のレイテンシーを変更することが可能です。刺激の多くの異なる種類は使用できますが、それらは通常クリック、トーン、ホワイトノイズに分類することが可能です。

ABR 検査における最も重要な要因の一つは、電極と皮膚表面の間のインピーダンス量を低減することです。抵抗とも呼ばれるインピーダンスは、回路内の電流に対する反対の尺度です。高インピーダンスは、過度な乾燥肌、長髪、もしくは瘢痕組織の存在に起因し、取得データを隠蔽または変換する悪影響があります。最小限のインピーダンスが存在し、最適な皮膚接触が得られるように、適切な皮膚の前処理を行う必要があります。

MP システムを使用して被験者の聴性脳幹反応を検出および記録するには、全てのハードウェアとソフトウェアのパラメーターを以下のように設定してください。設定の多くは個々の試験選好から成るカスタマイズをすることが可能ですが、これらは ABR 検査において最適であることが証明されています。

機器

MP 取得システム (MP100 もしくは MP150)

誘発反応アンプモジュール (ERS100C)

刺激モジュール (STM100C)

チューブフォン (OUT101)

使い捨て電極 ×3 (EL503)

非シールドリード線 (LEAD110)

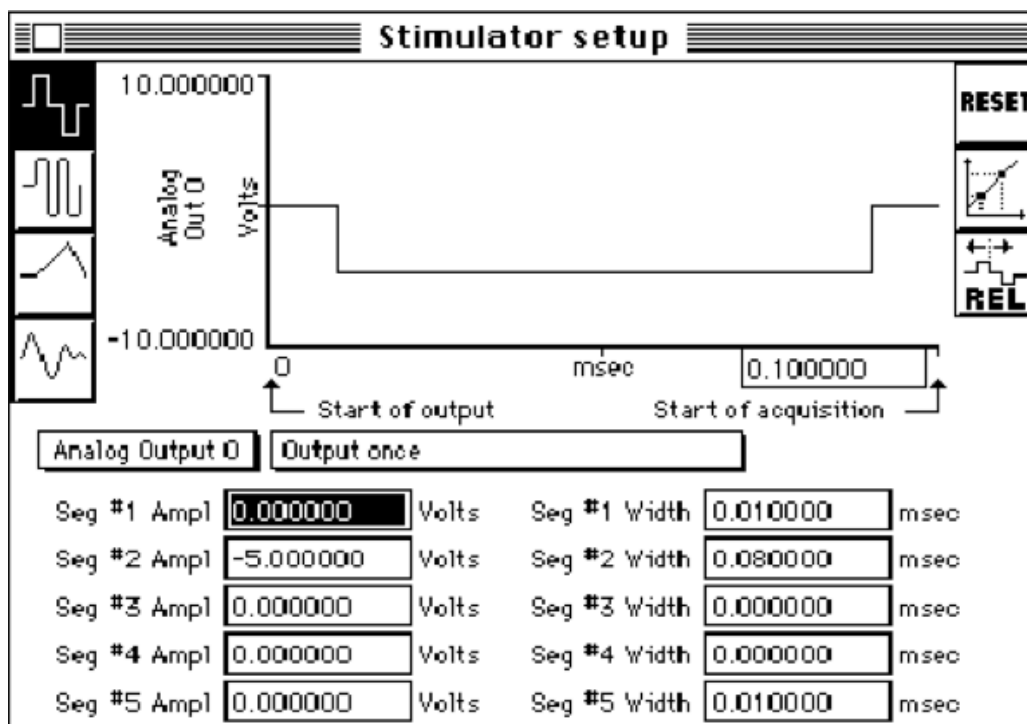
シールドリード線 ×2 (LEAD110S)

ハードウェア設定

1. MP ユニットのコンピュータに接続します。
2. STM100C モジュールを UIM100C と MP ユニットの接続します。
3. ERS100C を UIM100C の何も付いていない側に接続します。(下図参照)
4. MP ユニットの電源を入れます。
5. ERS100C モジュールを設定します：
 - a. チャンネル 1
 - b. アンプ感度 5000
 - c. フィルタ OFF
 - d. ハイパスフィルタを 1Hz に設定
6. STM100C モジュールを設定します：
 - a. OUT 0
 - b. AC/DC スイッチを DC にセット
 - c. POS/NEG スイッチを POS にセット
 - d. レベルを 100% に設定

ソフトウェア設定

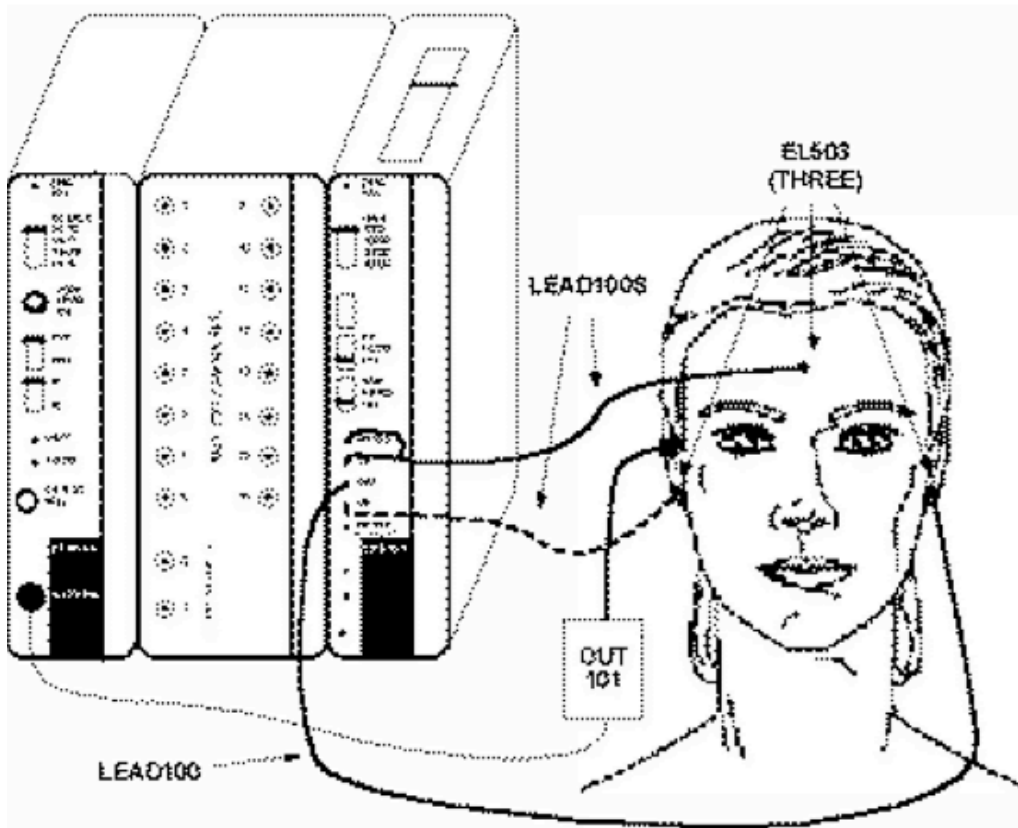
1. AcqKnowledge を起動します。
2. [チャンネル設定]でチャンネル 1 を選択し、“mV” で読み取るようにスケーリングします。
3. [取得設定]で平均サンプルレートを 20,000 サンプル/秒に、平均取得長を 50 ミリ秒にストレージを設定します。
4. [平均化]設定のダイアログボックス内で、平均値数を 1000、レイテンシーを 150 ミリ秒に設定します。
5. [刺激設定]で、下図のようにパラメーターを設定してください。



データ取得前に 0.080 ミリ秒のパルスを出力するための刺激出力設定

被験者準備

1. 被験者はスポンジ製の耳栓を挿入し、スポンジ製のプラグに OUT101 を接続します。
 - OUT101 が接続されたいずれかの耳は**同側**耳と呼ばれ、もう片側の耳は**対側**耳と呼ばれます。
2. インピーダンスを最小限に抑えるために電極部の準備をします。
 - a. 電極の伝導性を高めるために、研磨用皮膚処理剤を適用、および/または、BIOPAC 社製の ELPAD で電極の配置位置を軽く摩耗します。これで電極信号の効率を妨げる可能性のある乾燥した、非伝導性の皮膚細胞を優しく取り除きます。
 - b. 伝導性をさらに高めるために、電極用ゲルを電極に塗布します。
3. 次のように電極を 3 つ配置します：
 - a. 同側の耳たぶ
 - b. 対側の耳たぶ
 - c. 額
 - 技術的には、この電極は被験者の頭の頂点に配置されなければなりません。一般的には額への配置がより便利な代替手段として受け入れられています。（下図参照）



電極の配置と UIM100C への接続の詳細

4. ERS100C からのリード線を次のように接続します：
 - a. 同側の耳たぶの電極からの LEAD110S を VIN-へ
 - b. 対側の耳たぶの電極からの LEAD110 を GND へ
 - c. 額の電極からの LEAD110S を VIN+へ

5. OUT101 を STM100C 上の EXT STIM ジャックに接続してください

インピーダンスチェック

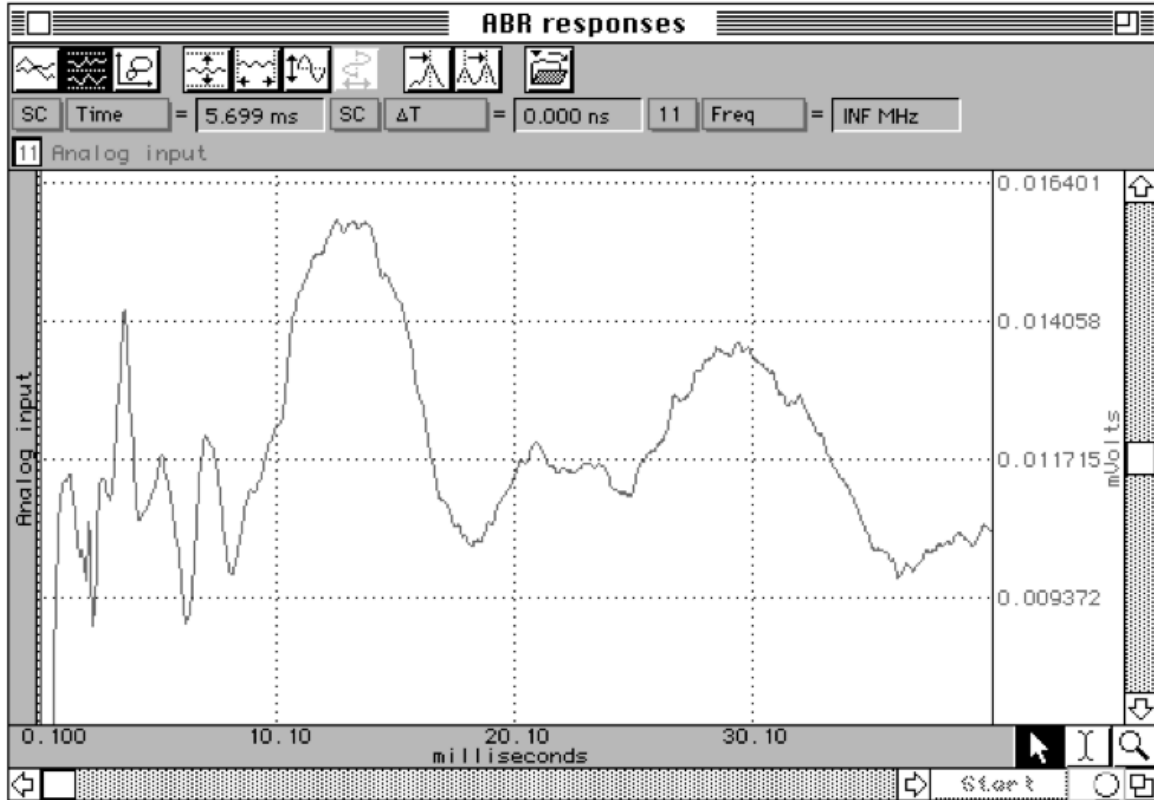
一度条件を満たす電極の設定が行われると、1組の電極を電極テスターに接続することで、検査で抵抗を決定できるようにします。これは、2つの選択した電極間の抵抗を直接決定します。

- 1 または $2\text{k}\Omega$ のように低いインピーダンスレベルは、適切な皮膚処理で維持することが可能ですが、5 または $10\text{k}\Omega$ が好ましいです。

- 刺激装置は、STM100C を通して 0.080 ミリ秒のパルスを出力します。OUT101 を通してパルスが出力された場合、クリック音のような音がします。

記録

最初に表示される波形は、ある程度ランダムに表示される可能性があり、各試行が取得された時に、波形は以前の全ての試行の平均値を反映します。バックグラウンドノイズのレベルは各試行で減少し、さらに顕著な応答波形を作成します。増加する平均値の数は、取得の完了に時間がかかりますが、反応のより安定したパターンをもたらします。



0~40 ミリ秒の聴性脳幹反応（平滑化）

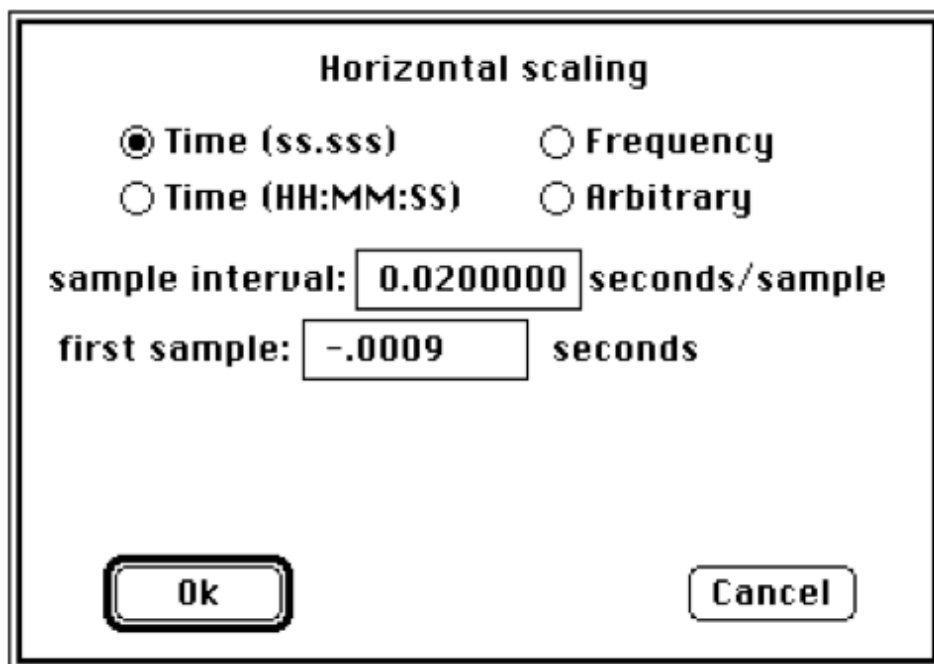
解析

グラフィックデータの正確な表現を保証するために、少なくとも2つの既知の間違いを説明する波形を変更する必要があります。

- A. AcqKnowledge ソフトウェアには、時々破損している最初の2つのサンプルを無視する機能が組み込まれています。これは、刺激信号およびそのエコーの残留物が取得に記録されないように行われます。これら2つのサンプル間の経過時間は、取得の初めに戻って追加されなければなりません。
- B. 調整が必要な外部ハードウェアの遅延がある場合があります。使用するイヤホンの種類に応じて、若干の変更が必要になる場合があります。BIOPAC 社製 OUT101 などのいくつかのイヤホンは、1 ミリ秒ずつ刺激信号を遅延させ、その他のイヤホンは信号が全く遅延しない可能性があります。これは、各取得の最初のミリ秒が“失われる”原因となります。

このような状況両方に対抗するには、水平軸を変更する必要があります。水平軸の再調整によって、内部および外部両方のタイミングの差異の影響に対抗することで、刺激に対する反応が正しく測定されます。

1. 水平スケージングのダイアログを生成するために、[表示]>[水平軸]を選択します。(下図)



The image shows a dialog box titled "Horizontal scaling". It contains four radio button options: "Time (ss.sss)" (selected), "Frequency", "Time (HH:MM:SS)", and "Arbitrary". Below the options, there are two input fields: "sample interval:" with the value "0.020000" and "seconds/sample", and "first sample:" with the value "-.0009" and "seconds". At the bottom, there are two buttons: "Ok" and "Cancel".

水平スケージングダイアログ

2. これら2つの変動が反映するように、“最初のサンプル”を決定する式を使用します。初期設定では、AcqKnowledgeは最初の2つのサンプルを自動的に修正しますが、便宜上、次の式を用います：

$$\text{最初のサンプル} = - (\text{外部イヤホン装置によるミリ秒の遅延}) + (2/\text{サンプリングレート})$$

3. この数値を“最初のサンプル”ボックスに入力します。
 - 例：BIOPACのOUT101を使用して10,000のレートでサンプリングした場合、“-.0009”秒を入力してください。

オプション#1 - 高速応答に焦点を絞る

通常2~10ミリ秒の間で生じる高速応答(ウェーブレットのジュエットシーケンスなど)に焦点を絞るため、取得期間を短縮し、サンプリングレートを減少させることが必要な場合があります。

オプション#2 - 信号振幅(量)の制御

いくつかのケースでは、ABR試験の結果は信号の振幅(量)によって左右される場合があります。[手動制御]ダイアログのオプションで刺激信号の振幅を制御することが可能です。手動制御オプションは、STM100Cを介して信号出力を減衰させます。与えられたdB値に信号を減衰させるには：

1. STM100C上のレベル設定を100%まで回します。
2. [MPメニュー]>[手動制御を表示]を選択します。
3. STM100Cを介して信号が出力されてから、ダイアログボックスの左上角のSTM100Cボックスにチェックしてください。これはスクロールボックスとテキストフィールドを表示させ、減衰されたSTM100C

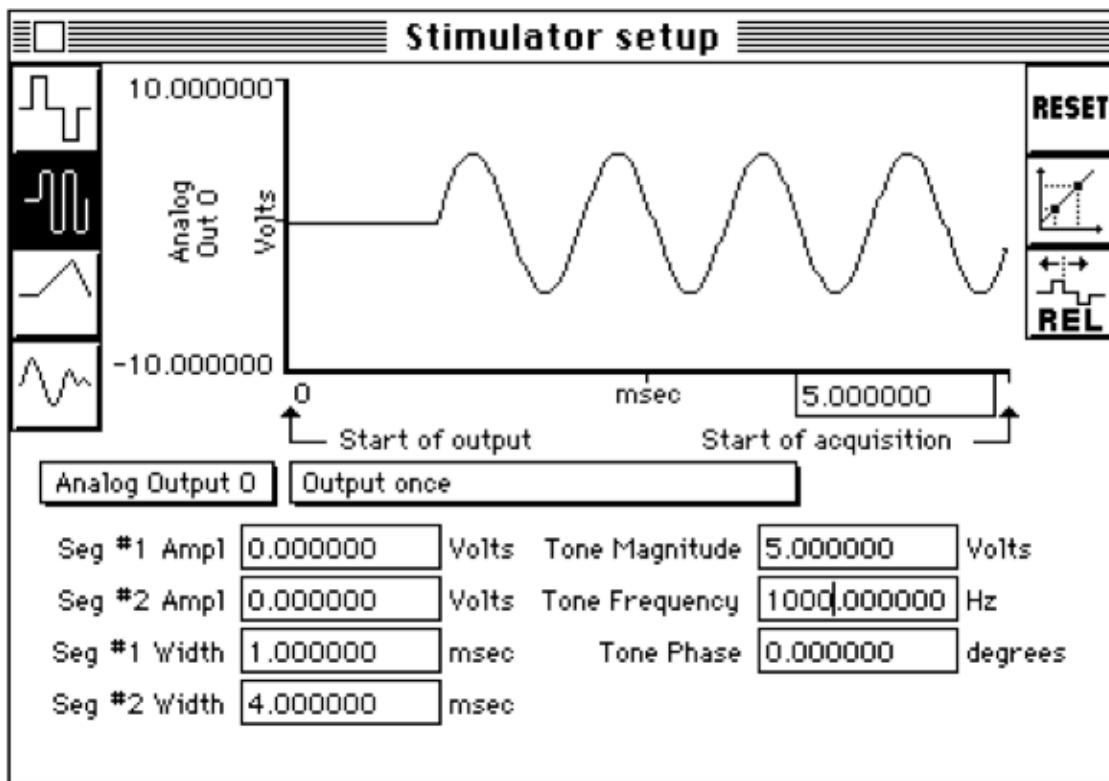
からの信号の範囲を変更することが出来ます。

4. スクロールバーを動かす、または STM100C の減衰テキストボックスに値を入力するか、いずれかで減衰レベルを調整します。
 - 刺激モジュールが出力信号を 128dB に制限するので、40dB で減衰しているフルスケール信号（スケーリングウィンドウで +/-10V にスケーリングした）は、88dB の信号を生じさせます。

オプション #3 - 出力変化

パルス信号に加えて刺激設定ダイアログもまた、アナログ出力チャンネル (OUT0 または OUT1) を通して“トーンピップ”及び波形のその他の種類で純音を出力するためのオプションを有しています。

刺激設定のダイアログボックスは、平均化モードが選択されている場合に若干変更します。そして、以下のサンプルダイアログでは、どのように (1000Hz で) 5 ミリ秒の音出力されるのかを示しています。



(1000Hz で) 5 ミリ秒の音の設定

平均化モードが選択されている場合、刺激信号の総持続時間を編集できるように、刺激設定ウィンドウの時間基準を変更します。上記の例では、実際の音がわずか 5 ミリ秒であっても、刺激信号の合計は 15 ミリ秒となります。