

## 低周波治療器全般 資料

### はじめに

「低周波治療器」が世に産声を上げたのは戦後間もない昭和24年、平和電子工業(株)の創業者である錢谷利男氏と大阪大学医学部放射線科の五百住(いおずみ)明先生との共同研究の中から「医学に電子工学と物理学を導入した科学的治療器」として生まれました。

その内容とは、真空管回路によって低周直角脈波を発振させ、その振幅を変調するAM回路で電流を取り出すという、当時としては画期的な開発でした。

錢谷氏の情熱は、低周波理論を工業技術だけに終わらすことなく、治療の領域まで入り込み、大阪大学の五百住(いおずみ)先生との共同研究にまで発展させました。そして千葉大学の本間先生にも加わっていただき、数多くの臨床試験がなされました。その後「日本低周波医学会」も発足し、「低周波治療器による治療成績表」が数多くの研究成果として発表されていきます。

刊行誌に要する費用も全て錢谷氏(平和電子工業)が負担されました。

今では「低周波治療器」といえば、業務用はもとより家庭用もあり、広く普及されています。しかし「科学に立脚した低周波治療器」であるか否か検証する人は決して【大ヒット商品の「オーゴスベル」】多くありません。

中国の故事に「水を飲む人は井戸を掘った人の恩を忘れない」とあります。

未来に向けて低周波治療器が更なる発展を遂げるからこそ、錢谷氏が念願していたことであり、平和電子工業(株)並びに(株)大島製作所は、今後とも「低周波治療器」の発展に尽力してまいる決意です。



### 低周波の刺激について

日本国内には「理学療法」という考えが広く普及しています。「理学療法」とは、「電気・磁気・温熱・あんま・マッサージ・指圧・針灸など」自然的及び人工的物理エネルギーを応用して疾病の治療をはかるもので、「薬物療法」「外科療法」とともに医療の主流をなすものです。

高齢化社会にあっては予防治療にもなり、副作用や後遺症への心配も少ない「理学療法」の重要性は、ますます大きくなるものと考えます。

ここで「アルント・シュルツの刺激法則」を以下に記します。

- ①弱い刺激は生体機能を鼓舞します（組織の働きを目覚めさせます）。
- ②適度の刺激は生体機能を亢進します（組織の働きを高めます）。
- ③強い刺激は生体機能を抑制します（組織の働きを抑制します）。
- ④最も強い刺激は生体機能を停止させます（組織の働きを停止させます）。

「電気療法の刺激」を「アルント・シュルツの刺激法則」に当てはめると、「弱い刺激」の微弱電流療法（微弱低周波治療）から「強い刺激」の感電電気療法（電気ショック療法）までありますが、

①（弱い）・②（適度）・③（やや強い）までの「適度な刺激」が「低周波治療器」に使われています。

「低周波の刺激」を構成するものには、周波数・波形・電流・電圧・極性・時間・導子などがあります。

患者さまにとって最も適度な刺激を得るため「低周波治療器」の性能や使用方法を理解し、その上で活用することが大事となります。

## 周波数について

低周波治療に「周波数の設定」が必要な前提として、人体の皮膚に関するお話をさせていただきます。

皮膚の電気抵抗は非常に高く、乾燥している時は数メガオームもあります。一番外側の皮膚の細胞は平たく、ひからびていて、これが何層も重なっているのです。

低周波を流す際、導子のスポンジを水で濡らし体に付着させますが、細胞の間に水分が十分しみ通りますと、数千オーム～数百オームまで電気抵抗を下げることが出来ます。

皮膚の特性を理解した上で、体内に電気を流す際「周波数設定」が人体に大きな影響を与えます。

低周波の人体への感じ方は、低い周波数帯の電気は感じやすいため体内を通りにくく、高い周波数帯の電気は感じにくい体内を通りやすい特性があります。

つまり高い周波数の方が（体に感じにくく）皮膚を通りやすいため、低い周波数に比べ多くの電流を流せます。

低周波治療器の最大周波数は、JIS規格で「1000Hz以下」と定められていました。それは、これ以上周波数を高くすると、低周波としての刺激感が薄くなり、過大電流による電撃傷の危険があるからです。

そこで一般的に、比較的浅部組織への治療（主に筋肉系への刺激）を行なう場合は50Hz以下の周波数帯、比較的深部組織への治療（主に神経系への刺激）を行なう場合は50Hz以上の周波数帯を用います。

また一定の周波数帯では、時間の経過とともに刺激が弱く感じる場合もあります（なれ現象）。

そこで「なれ現象」を防止するため「インターバル（間歇）通電」や「ミックス（周波数がある範囲内を自動で切替わる）通電」などの工夫があります。



【中周波の入った「ピクトロン PG-7」】

最近では「中周波」といって、低周波の周波数成分の中に数万Hzの周波数帯を取り入れることにより、刺激を和らげ、筋肉系・神経系ともにより効果的な刺激を与える工夫もあります。

「周波数の設定」は、治療する部位・疾病組織の深さにとって、大切なポイントであることがわかりますね。

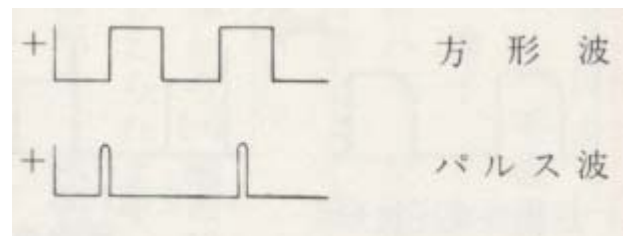
## 波形について

低周波を通電するにあたり、「波形」がどのようなものであるかを理解する必要があります。

低周波機器の本体から発せられた電気刺激は、電極を通して皮膚に加わります。その電気エネルギーが人体に通電され「治療効果」につながります。従って「皮膚吸収しやすい波形」が必要となります。

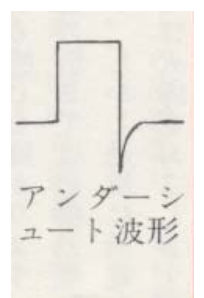
代表的な波形に「方形波」と「パルス波」があります。

「方形波」は「矩形波（くけいは）」ともいい、デューティファクター（波形ON時の時間幅がOFF時も合わせた全体時間幅の）50%近い波形をいいます。この波形では多くの電流が流せるため電気刺激が強く「電流治療」に向いていますが、量や時間によって「熱損傷（細胞破壊や火傷）」の危険もあり、主に「微弱電流療法」に用いられています。



それに対して「パルス波」は、波形は「方形波」と似ていますが、波形幅が極端に小さいため、多くの電流を流せません。つまりパルス幅が狭い分、電流刺激効果は弱くなりますが、筋肉にまろやかに反応するため心地よい感じとなり、かつ強い刺激を加えられることから、「低周波治療器」の主流になっています。

「パルス波」の波形を拡大しますと、右図のような「アンダーシュート（ゼロ点よりも反対側に飛び出している）波形」になっています。これは片側（プラスまたはマイナス）のみの波形では「片側極性」による「熱損傷（皮膚が赤くなる現象）」をおこす可能性があるため、「アンダーシュート波形」を入れることにより、皮膚に対する電気分解を軽減し、安心して使用出来るようにしています。



「周波数」と並んで「波形」が人体に対し、大変重要な要素であることがわかりますね。

## 電圧と電流について

低周波機器は、医療機器としてのJIS規格で「出力電流は、出力端子に500Ωの無誘導抵抗器を接続し、出力調整器を最大出力の位置にしたとき、電流が50mA（実効値）を越えてはならない。」と規定され、家庭用低周波機器では安全上の配慮から「出力電流20mA以下」に規定されていました。

そこで「電圧と電流について」以下の2図を通しご説明させていただきます。

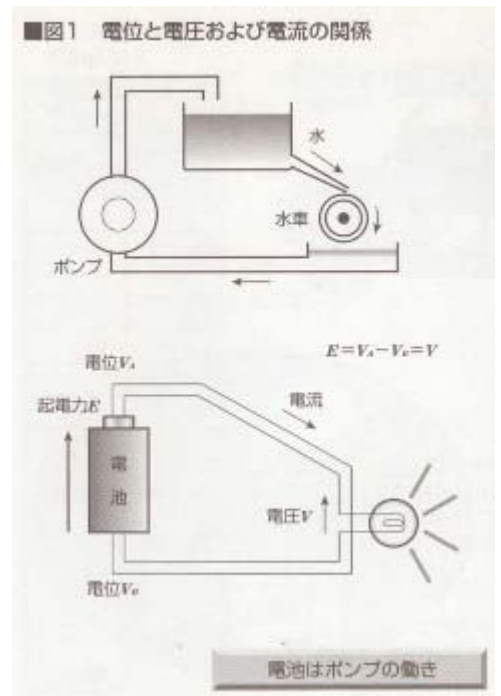
### 【電圧と電流の関係について (図1)】

電流を流す力を「起電力」といいます。起電力により電流を連続的に供給する装置が「電池 (直流)」や「発電機 (交流)」です。

電流は、水がパイプの中を高いところから低いところへ流れ落ちるのによく似ています。

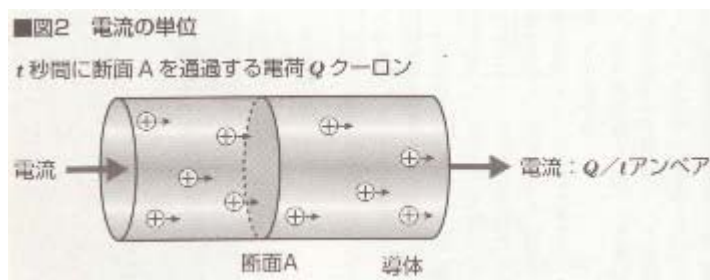
水は高いところから低いところへ流れますが、この高さに相当するものを「電位」と呼びます。

そして高低差に相当するもの、すなわち電位の差 (電位差) を「電圧」と呼びます。起電力はこの電圧で表され、単位は「ボルト (V)」です。



### 【電流の単位について (図2)】

「電流」は「毎秒流れる電荷の量によって測るもの」で「アンペア (A)」の単位で表します。



1アンペア (A) とは「ある断面を1秒間に1クーロン (記号C) の電荷が移動する電流」をいいます。

人体に流れる「通電流」は、電極間に加えた「電圧」に比例し、人体の「インピーダンス (抵抗)」に反比例します。これを「オームの法則」と呼びます。

電圧と電流を理解することにより、低周波機器の人体に流れるイメージがわかってきますね。

## 極性について

低周波治療器の波形にどんな波形があるかを「波形について」で述べましたが、コモン (ゼロ点) より上に出る波形を「プラス波形」、下に出る波形を「マイナス波形」と定義します。

波形が交流波形のように、上下とも同じだけ出るのであれば「極性」はありません。

「極性」のない低周波通電では「筋肉の収縮作用効果」が主で、治療後の持続性が弱いという欠点もあります。

「電極」のある低周波通電では「電極通流作用」といって、ある程度の電流をある程度の時間生体に通電しますと、通電する「陰極 (マイナス波形)」直下と、「陽極 (プラス波形)」直下に変化が表れます。この変化を「電極固有の生理効果」といい、低周波治療効果を裏付ける重要な作用となります。

### 【通電初期の通流効果】

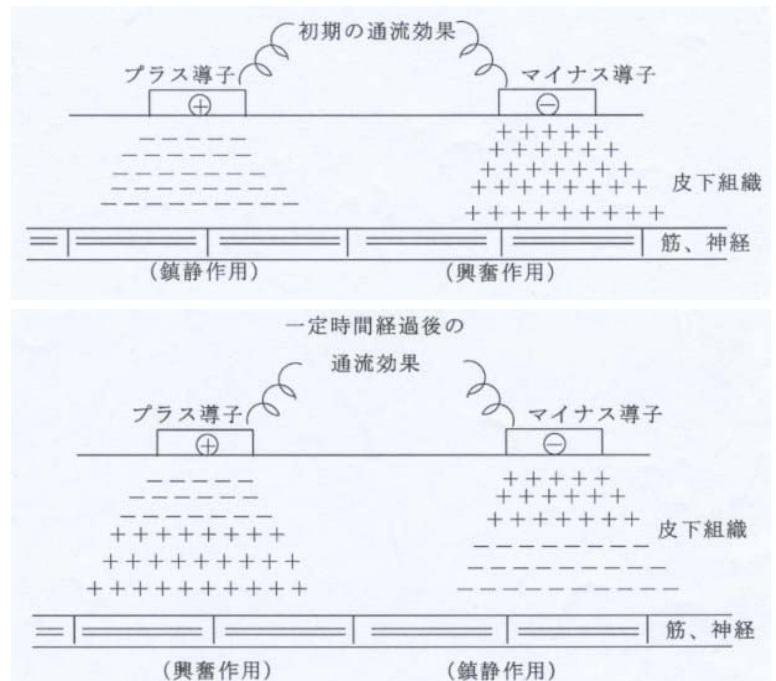
「陰極（マイナス導子）」直下では、閾値（いきち：細胞を興奮させる値）が下降し「興奮性が増大」します。  
「陽極（プラス導子）」直下では、閾値（いきち：細胞を興奮させる値）が上昇し「興奮性が減少」します。

### 【一定時間経過後の通流効果】

ところがある大きさの低周波を一定時間通電しますと、電流値が減少し大きな抵抗値を示します。これは細胞に「静電容量」（どの位の電気が蓄えられるかを表す量）があり、細胞膜を境にイオンの集積が行なわれ逆起電力が生じるためです。

通電後一定時間経過しますと「陰極（マイナス導子）」直下では細胞膜が緩みイオンの透過性が増大し「マイナスイオン」が集積されます。その結果閾値が上昇・興奮性を減少し、「鎮痛・消炎等」の「鎮静的効果」が期待出来ます。

逆に「陽極（プラス導子）」直下では細胞膜が固まりイオンの透過性が減少し「プラスイオン」が集積されます。その結果閾値が下降・興奮性を増大し、「被刺激性」が高まり「マヒ等への治療効果」が期待出来ます。



「一定時間後」の通流効果とは、低周波の周波数・波形・電流などの特性によって異なりますが、早いもので1分位から始まり、その効果は「長く持続」します。このことを「通流第三作用」といいます。

「電極」を理解し「疾病箇所に対し、目的にあった導子を貼り、適度な治療時間を選択する」ことが重要になりますね。

### 導子について

「低周波導子」の電極には「関電極」と「不関電極」があります。

「関電極」とは、治療すべき部位にあてる電極で「治療電極」ともいいます。

「不関電極」とは、人体に通電するために必要な電極のうち、「関電極に対する他の電極」のことをいいます。

「関電極」をプラスにした場合、「興奮作用（マヒ等への治療）箇所に関電極」を、「関電極」をマイナスにした場合、「鎮静作用（鎮痛・消炎等への治療）に関電極」をあて、「不関電極」を他の治療箇所に貼付します。

電極のスポンジはよく水に浸した後、軽くしぼり水がたれない程度にします。また皮膚とよく密着させることが大切です（密着が部分的の場合、そこに集中して通電されます）。

※電極の面積大小では、電流が同じであれば小さい面積の導子が低周波刺激は大きくなります。

さまざまな低周波導子の中から、代表数点をご紹介します。

- 従来からの「扁平導子」です（スポンジを装着して使用）。



- 先端部（電極部）のみ着脱できる「扁平導子」です（スポンジを装着して使用）。



- 「ジェル」をぬって装着する「丸導子」です（スポンジ不要）。



- 粘着付きでそのまま貼れる「ゲル導子」です（スポンジ不要）。



それ以外にも「プローブ型導子」といって、手に持ち「ジェルをぬった皮膚の上を接触しながら移動させるタイプ」もあります。

「低周波導子」は「消耗品」であり、経年劣化により「性能が低下したり破損する」場合がありますので、頻繁に交換することが望ましいといえます。そして「低周波導子」はあくまで「機器とセット」であり、メーカーの指定するものをご使用いただけるようお願いいたします。

「導子の選定」も治療上大事なポイントとなりますね。

EBM (evidence-based medicine) とは、あやふやな経験や直感に頼らず、科学的な証拠 (evidence) に基づく最適な医療・治療を選択・実践するための方法論で、「**臨床結果に基づく医療**」とも呼ばれます。

発祥の地はアメリカで、勤務医の臨床結果論文が医学誌に発表され、その膨大な医療データは治療現場に活用されています。日本でも日本医療機能評価機構が、「**EBMに沿った診療ガイドライン (Minds)**」を Web サイトで公開しています。

「はじめに」でもご紹介したとおり、「**低周波機器オーゴスペル**」を開発した平和電子工業(株)銭谷利男氏と大阪大学放射線科の五百住 (いおずみ) 明先生。銭谷氏の依頼を受け電気生理学の裏付けを強く推進いただいた、千葉大学医学部生理学科の本間三郎先生。それまで知られていた筋肉や神経に電気を流した際の「**刺激作用**」・「**電気緊張作用**」とは別に、通流を持続すると「**通流第三作用が発現する**」ことを発見した千葉大学医学部生理学科の鈴木正夫先生。こうした諸先生方の共同研究があつてこそ、「**日本低周波医学会**」なる研究会が発足しました。途中、文部省 (当時) による「**科学試験研究費**」が二年間加わったことも弾みとなり、大阪大学をはじめ、東京大学・京都大学・千葉大学等 11 国立大学並びに 3 国立病院を以って編成された「**文部省科学試験共同研究班**」が設立されました。そして全国的な治験が開始され、多くの「**委託研究成果**」を収集。集積された治験例は、広範な分野において 1000 例を超えました。その結果として「**低周波治療器 治療成績表**」が発表されました。

EBM の実践においてもっとも重要なことは、それら臨床データをどう患者さまに適用していくかであり、個々の患者さまの特性を見極め、患者さまの価値観も適切に把握しながら実践することが必要となります。今後ますますこうした考え方が浸透し、有効な臨床結果が発表されていくことと思います。

本間先生の言葉を借りてご紹介するならば、「**科学に立脚した低周波治療器オーゴスペルこそ、最後まで残る治療器であろう。ただこれから未来に向かってどのような発展を遂げるか、次の世代の人に期待することが大きい。**」とありました。

「オーゴスペル」には「**低周波の福音**」という意味があります。

低周波機器の効果を現実のものとするのが、本器発展にご尽力いただいた皆様の恩に報いることであると深く心に刻みつつ、これからも「**低周波治療器**」の発展に寄与してまいります。

つたない「**低周波治療器全般 資料**」にお付き合いいただき、大変にありがとうございました。