

陣内臨床 note

#004

MCCは本当に何をしている？

四肢から微弱電流を流す意味を
電気生理学的に考える

MCC は本当に何をしている？四肢から微弱電流を流す意味？謎の機械を好き勝手に書きます

※本ブログは Google アドセンス広告を利用しています

こんにちは！

陣内です。

今回の記事は「MCC: Microcurrent Cross(全身調整微弱療法)は、身体の中でいったい何をしているのか？」について考えていきたいと思います。

今回の記事は日本メディックスさんからご厚意でお借りしているデルタを中心に書いていきます!!

ありがとうございます！メディックスさん！めちゃくちゃいい機械です(^^)／

ただ内容は自由に書いていきたいと思います!!



Insta360 Ace Pro 2



F/2.6 1/100 ISO143
2025-Sep-17 10:31 UTC+09:00

※写真は Insta360 acepro2 でライカっぽくとりたかっただけですw

それでは内容に入っていきます♪

まず MCC では、両手・両足の 4 点に電極を設置して微弱電流を流します。

一般的な MENS(マイクロカレント)が損傷部位や疼痛部位の周囲に電極を配置することが多いのに対して MCC はかなり特徴的な電極配置です。

では、

なぜ両手・両足なのでしょう？

そして、

四肢 4 点から微弱電流を流すことで身体の中にはどのような電気的環境が作られているのでしょうか？

今回は MCC の効果を断定するのではなく、

「もし MCC に生理学的作用があるとすればどのような機序が考えられるのか？」

という視点から、電気生理学・生体電気の知見をもとに考察していきます。

最初に重要なことを書いておきます。

MCC そのものの作用機序を直接証明した研究は現時点では非常に限られています。というよりほぼないと思います。

そのため今回の記事には一般的な microcurrent stimulation (微弱電流刺激) や bioelectric signaling (生体電気シグナル)、電気刺激に関する研究から推測した仮説、個人的な意見が多く含まれています。

「MCC ではこの作用が起こる」と断定する記事ではなく、

「MCC という治療法を電気生理学的に考えるとどんな仮説を立てられるのか？」

という記事として読んでいただければと思います。

MCC とは？

1 MCCとは？ — 四肢4点からの全身調整微弱療法 —

Microcurrent Cross から本来の力を、整えるという選択。

MCC (全身調整微弱療法) は、両手・両足の4点から微弱電流を流す全身コンディショニング法です。

MCCは、患部ではなく、離れた四肢に電極を配置することが特徴です。微弱電流を用いて、全身のバランスを整えることを目的とした治療法として位置づけられています。

一般的なMCCの目的 (メーカーの主な説明)

- 全身コンディショニング
- ホメオスタシス (生体恒常性) の調整
- 全身の細胞の活性化

ここが特徴です

- ✓ 患部ではなく、両手・両足の4点に電極を配置
- ✓ 微弱電流を用いた全身的なアプローチ
- ✓ 局所MENSとは異なる電極配置

離れた四肢から、全身のバランスへ。

Whole Body Conditioning

MCC は微弱電流を利用した全身コンディショニング法です。

日本メディックスの機器では専用の MCC クリッパー導子を使用し、右手・左手・右足・左足の 4 点から微弱電流を流す方式が採用されています。

メーカーでは MCC について「全身コンディショニング」や「ホメオスタシス(生体恒常性)の調整」などの考え方で説明されています。

一般的な MENS では、

- 痛みのある場所
- 損傷した筋
- 腱
- 靱帯
- 関節周囲

など治療したい組織の近くに電極を配置することが多いと思います。

つまり、

「患部の近くに微弱電流を流す」

という考え方です。

ところが MCC では違います。

患部を挟むのではなく、

右手・左手・右足・左足

という非常に離れた場所に電極を配置します。

私はここが MCC を理解するうえで最も重要なポイントだし難解な点だと思っています。

まず「電流」と「電場」を分けて考えてみる

2 電流・電場・電位・電流密度の違い

同じ電流を流しても、
電極の配置や組織の性質によって、
体内にできる電気的な環境は大きく変わります。

電気刺激を理解するには、「電流」だけでなく
「電場」「電位」「電流密度」を分けて考える必要があります。
これらはそれぞれ異なる意味を持ち、組織が受ける刺激の強さを
考えるうえで重要な要素です。

電流密度と電場の関係

$$J = \sigma E$$

J: 電流密度 (A/m²)
σ: 導電率 (S/m)
E: 電場 (V/m)

ポイント

同じ電流でも、
組織の導電率や電極配置によって
電場や電流密度は変わります。

電流 (I)

単位: A (アンペア)

どれだけの電荷が流れているか
を表します。



電流は「電荷の流れの量」
を表す指標です。

電場 (E)

単位: V/m (ボルト・メートル)

その場所に生じる電気的な力
を表します。
電場の向きは、電位が高いところ
から低いところに向かいます。



電場は「電荷に働く力の場」
であり、目には見えませんが
空間に存在します。

電位 (V)

単位: V (ボルト)

その場所の電気的な
ポテンシャル (位置エネルギー)
を表します。



電位は「電気的な位置の高さ」
のようなものです。
電位差があると電流が流れます。

電流密度 (J)

単位: A/m² (アンペア・メートル²)

単位面積あたりの電流の大きさ
を表します。電極の大きさや
組織の導電率によって変化します。



電流密度が大きいほど、
組織が受ける電気的な刺激は
強くなる可能性があります。

重要なポイント

- 「何μA流したか (電流値)」だけでは、組織が受ける電気刺激を十分に説明できません。
- 電極配置・電極面積・組織の導電率などによって、体内に形成される電位・電場・電流密度は大きく異なります。
- MCCを考えるうえでは、これらを総合的に理解することが重要です。



同じ500μAでも
どこに、どのように流れるかで
意味が変わります。

MCC について考える前に、少しでも電気の話をしてします。

電気治療では「何 μA 流したか」という電流値だけに注目しがちです。

しかし、実際に組織がどのような電気刺激を受けるのかを考えるためには電流値だけでは不十分です。

少なくとも、

電流 (I)

どれだけの電荷が流れているのか。

電流密度 (J)

単位面積あたりにどれだけの電流が流れているのか。

電場 (E)

その場所にどの程度の電気的な力が生じているのか。

電位 (V)

その場所が持つ電気的なポテンシャル。

という違いを考える必要があります。

電流密度と電場には、

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$$

という関係があります。

J: 電流密度

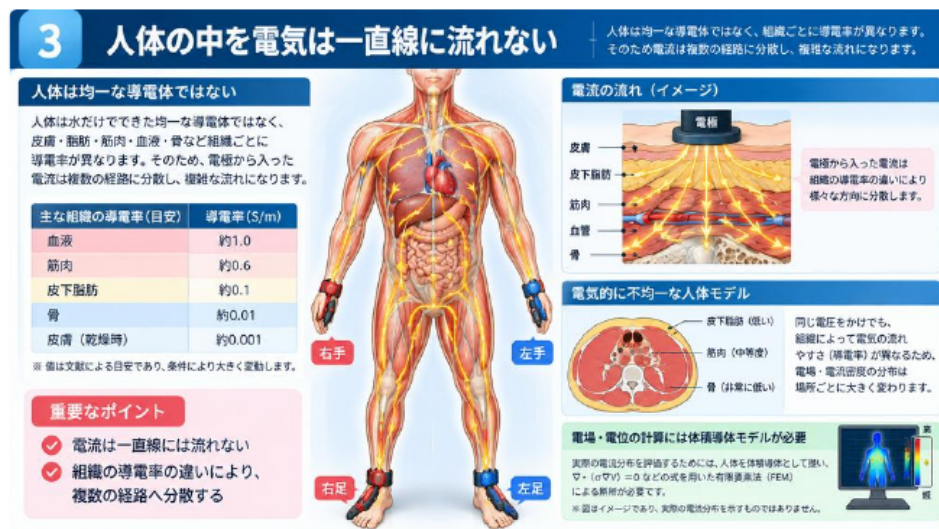
σ : 導電率

E: 電場

つまり、同じ電流を流したとしても組織の導電率や電極配置が違えば身体の中に形成される電場や電流密度は変わります。

ここが MCC を考えるうえで非常に重要です。

人体の中を電気は一直線には流れない



例えば、

「右手から電気を入れたらその電気が左足まで一直線に流れる」

というイメージを持つかもしれません。

しかし人体は均一な電気伝導体ではありません。

皮膚、皮下脂肪、筋肉、血液、骨などでは電気の流れやすさが異なります。

さらに筋肉には線維方向があり、方向によっても電気的特性が変化します。

そのため実際には、

電極

↓

皮膚・電極界面

↓

皮下組織

↓

筋・体液など

↓

複数の経路へ電流が分散

↓

別の電極

という複雑な電流分布になると考えられます。

より厳密に考えるのであれば、

$$\nabla \cdot (\sigma \nabla V) = 0$$

のような体積導体モデルを用いて、

電極配置

↓

体内の電位分布 V

↓

電場 E

↓

電流密度 J

を計算する必要があります。

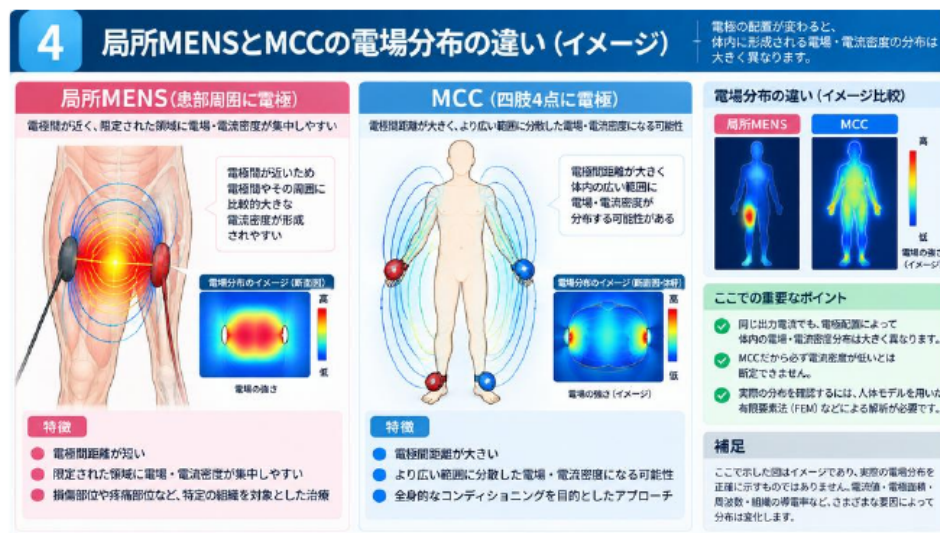
つまり、

「500 μ A を流したから、身体のこの場所にも 500 μ A が流れる」

という単純な話ではありません。

この辺の計算式は私は専門分野ではない独学なので AI に頼んでます。違っていたら詳しい人教えてくださいw

仮説① MCC は局所 MENS とは違う「電位・電場分布」を作っている？



ここから MCC について考えてみます。

一般的な局所 MENS (名称が正しいわけ名はなく便宜上呼称します) では患部周囲に電極を配置します。

例えば大腿部の肉離れであれば損傷部位を挟むように電極を配置することがあります。

一方 MCC では、四肢 4 点という離れた場所に電極を配置します。

この違いによって、

身体の中に形成される電位分布・電場分布・電流密度分布が大きく変わる

可能性があります。

ここから一つ目の仮説の考察です。

【仮説①考察Ⅰ】局所 MENS とは異なる広範な電位・電場分布を形成すること

MCC の特徴は「全身に同じ微弱電流を届けること」ではなく、四肢 4 点という離れた電極配置によって、局所 MENS とは異なる広範な電位・電場分布を形成することではないか？

という考え方です。

ここで重要なのは、

「全身に均等な電場が形成される」

という意味ではないことです。

どこに、どの程度の電場が形成されるのかは、実際に測定したり、人体モデルを使った有限要素法 (FEM) で解析したりしなければ分かりません。

しかし少なくとも、

局所に近接して電極を置く場合

と、

両手・両足という離れた場所に電極を置く場合

では、体内の電気的な分布が異なると考えるのは自然です。

仮説 1 考察Ⅱ 局所 MENS と MCC では「電流密度分布」が違う？

ここも非常に重要です。

同じ出力電流だったとしても、

どこに、どの程度の電流密度が形成されるのか

によって、組織が受ける電気刺激は変わります。

局所 MENS では、比較的近い位置に電極を配置します。

そのため、電極近傍や電極間の限定された領域に比較的大きな電流密度が形成される可能性があります。

一方 MCC では、電極間距離が非常に大きくなります。

そのため、

局所 MENS とは異なる、より広い範囲に分散した電流密度分布になる可能性

があります。

ただし、

「MCC だから必ず電流密度が低い」

と断定することはできません。

電流密度は、

- 出力電流
- 電極面積
- 電極間距離
- 皮膚インピーダンス
- 皮下脂肪厚
- 筋肉の走行
- 組織導電率
- 電極間の通電パターン

などによって変化します。

したがって、

局所 MENS＝狭く・比較的集中

MCC＝広く・分散する可能性

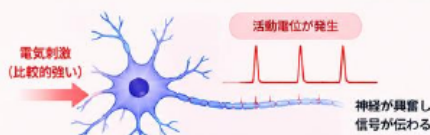
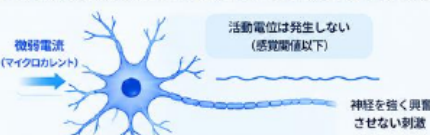
くらいのモデルとして考えるのがよいと思います。

この違いを本当に確認するには、FEM などによる解析が必要です。

仮説①考察 iii MCC は「神経を発火させる治療」ではない？

5 神経を発火させる刺激との違い

同じ「電気刺激」でも、電流の強さによって起こる反応は大きく異なります。

TENS・NMES (比較的強い刺激) mAオーダー	マイクロカレント (MCCを含む) μ Aオーダー
末梢神経を脱分極させ、活動電位を発生させる刺激です。	感覚閾値以下の非常に弱い電流を用いる刺激です。神経を強く発火させることが目的ではなく、細胞レベルの反応が中心と考えられます。
	
主な目的 - 感覚神経の刺激 (TENS: 鎮痛など) - 運動神経の刺激 (NMES: 筋収縮など)	主な目的 (考えられるもの) - 細胞の電気的環境の調整 - 組織修復のサポート - 炎症の調整 - 全身のコンディショニング (MCC)
特徴 - 感覚閾値を超える電流 - 活動電位の発生 - ビリビリとした刺激感がある - 神経・筋の興奮を利用した治療	特徴 - 感覚閾値以下の微弱な電流 - 活動電位を起こさない - 基本的に刺激感がほとんどない - 細胞・組織レベルへの作用が中心

✓ **ここがポイント**

- マイクロカレント (MCC) は、TENSやNMESのように「神経を発火させる治療」ではありません。
- 同じ電気刺激でも、電流の強さによって作用する対象やメカニズムが大きく異なります。
- マイクロカレントには、細胞レベルから組織・全身レベルまで、さまざまな生物学的反応が報告されていますが、MCCで同じ反応が起きるかどうかは、まだ十分に検証されていません。

「何も感じない電流でも意味があるの？」という疑問こそ、マイクロカレントの面白いところです。



一般的な TENS や NMES では、末梢神経を脱分極させることが大きな目的になります。

TENS であれば主に感覚神経。

NMES であれば運動神経。

十分な電気刺激が加わることで、

電気刺激

↓

膜電位変化

↓

活動電位

↓

感覚入力・筋収縮

という比較的分かりやすい反応が起こります。

一方、マイクロカレントは一般的に μA オーダーの非常に弱い電流を使用します。

microcurrent stimulation に関する近年のレビューでも、一般的な EMS や TENS とは異なり、感覚閾値以下の微弱な刺激を用いる方法として整理されています。

日本メディックスも MC について、神経や筋を興奮させることを目的とした刺激とは異なるものとして説明しています。

だとすると MCC も、

神経を強く脱分極させる

↓

活動電位を大量に発生させる

↓

全身反応を起こす

という機序ではない可能性があります。

では、何が起きているのでしょうか。

仮説①考察iv 微弱な電場そのものが細胞への「シグナル」になる？

ここから少し深掘りします。

私たちの身体において、電気は神経や筋肉を動かすためだけに存在しているわけではありません。

細胞膜にはさまざまなイオンチャネルが存在し、

Na^+

K^+

Ca^{2+}

Cl^-

などのイオン分布によって膜電位が形成されています。

さらに、発生、創傷治癒、細胞遊走などにおける、

bioelectric signaling(生体電気シグナル)

という考え方も研究されています。

外部から加えられた電場によって、細胞の遊走方向や細胞内シグナルなどが変化する現象も報告されています。

ここから二つ目の大きな仮説が出てきます。

仮説①考察 v 微弱な電場によって細胞を取り巻く電氣的環境へ何らかの影響を与えているの

MCC は神経を強制的に発火させるのではなく、微弱な電場によって細胞を取り巻く電氣的環境へ何らかの影響を与えているのではないか？

という考え方です。

ただし、ここには非常に大きな注意点があります。

「微弱な電場で細胞が反応する研究がある」ことと、「MCC によって同じ反応が起きる」ことは全く別です。

ここは分けて考えなければいけません。

「ATP が増える治療」だけでは MCC を説明できない

7 動物・細胞研究とMCCをそのまま結びつけられない理由

微弱電流の基礎研究から得られた知見は重要ですが、そのままMCCの臨床効果として解釈するには多くの違いがあり、慎重な検討が必要です。

1 代表的な基礎研究 (Chengら 1982)

ラットの皮膚に直流の微弱電流 (10~1000 μ A) を流し、ATP産生・タンパク合成・アミノ酸取り込みが増加したと報告されました。

報告された主な変化

- ATP濃度の増加
- タンパク合成の促進
- アミノ酸の取り込みの増加

研究の条件

- 対象：ラット皮膚 (動物研究)
- 電流：直流 (DC)
- 強度：10~1000 μ A
- 電極：比較的小さな電極 (クリッパー導子)
- 電極時間：数時間など

重要な知見ですが、これはMCCの研究ではありません。

2 MCCとの主な違い

項目	Chengらの研究 (動物・細胞研究)	MCC (臨床での使用)
対象	ラット皮膚 (動物)	人間 (全身)
電流の種類	直流 (DC)	交流 (AC) (持続性など)
電流強度	10~1000 μ A	数百 μ A (種類により異なる)
電極の大きさ	小さな電極	比較的大きな電極 (クリッパー導子)
電極配置	皮膚 (皮膚)	四肢4点 (両手・両足)
刺激部位	特定の組織 (皮膚)	全身
電極時間	数時間	数十分
評価項目	ATP・タンパク合成 アミノ酸取り込み	症状・機能・生理指標 (心拍数・HRVなど)

電流値や波型が似ていても、対象・条件・通電方法が大きく異なるため、同じ結果が得られるとは限りません。

3 研究から臨床への橋渡しには複数のステップが必要

物理的条件
MCCで人体内に形成される電場・電流密度はどの程度か？

細胞レベルの反応
その電場強度で細胞は生物学的反応を起こすのか？

組織レベルの変化
細胞の反応が実際の組織で再現されるのか？

生理学的・臨床的変化
それが痛み・軽微・機能改善・全身のコンディショニングにつながるのか？

4 現時点での課題

- MCCで実際に形成される電場・電流密度の測定データが少ない
- 細胞・組織レベルでの反応を、MCCと同じ条件で検証した研究がほとんどない
- 動物・細胞研究の結果をそのまま人間の全身治療に適用できるかは不明
- MCC特有の「四肢4点通電」による電場分布の特徴が十分に解析されていない

「微弱電流→ATPが増える」という一歩では説明できない部分がたくさんあります。だからこそ、丁寧に検証していく必要があります。

基礎研究の知見を大切にしつつ、MCCに特有の条件で何が起きているのかをこれからも検討していきたいと思えます。

まとめ

- Chengらの研究は、微弱電流の生物学的作用を示した重要な基礎研究です。
- しかし、MCCとは対象・電流の種類・電極配置・刺激条件などが大きく異なります。
- MCCの作用機序を理解するためには、「人体内の電場分布の測定」×「細胞・組織レベルの検証」×「臨床的指標の評価」という一連の研究が必要です。

マイクロカレントについて調べると、必ずと言っていいほど登場する研究があります。

1982 年の Cheng らの研究です。

Cheng らはラット皮膚を用いて 10~1000 μ A の直流電流を使用し、特定の条件で ATP 濃度やアミノ酸取り込みなどに変化が起こることを報告しました。

この研究から、

微弱電流



ATP 増加



タンパク質合成



組織修復

という説明が広く使われるようになりました。

しかし、ここには注意が必要です。

この研究は MCC の研究ではありません。

さらに、ラット皮膚に特定条件で直流電流を流した結果

と人間の両手・両足から MCC を行った結果は同じではありません。

波形も違う可能性があります。

電流密度も違います。

電極面積も違います。

対象組織も違います。

曝露時間も違います。

したがって、「MCC をすると全身の ATP が増える」

と説明するのはかなり大きな飛躍があります。

むしろ Cheng らの研究から分かる重要なポイントは、

「 μA という電流値だけを見ても生体作用は説明できない」

ということではないでしょうか。

仮説 2 細胞膜・イオンチャネル・ Ca^{2+} シグナルへの影響 は？

6 細胞への影響は？ — 考えられるメカニズム (仮説) —

微弱な電場が細胞を取り巻く電氣的環境に影響し、さまざまな生物学的反応を引き起こす可能性があります。



先ほどの仮説①考察ivをもう少し考えたいと思います。

外部から電場が加われば、理論上は細胞周囲の電氣的環境にも影響します。

そこから、

外部電場

↓

細胞膜周囲の電位環境の変化

↓

膜タンパク・イオンチャネル

↓

Ca^{2+} シグナル

↓

PI3K/Akt

MAPK/ERK

↓

細胞代謝・遊走・炎症反応抑制

という経路を候補として考えることはできるかもしれません。

microcurrent stimulation に関する研究でも、ATP だけではなく、炎症反応、組織修復、細胞遊走など複数の生物学的反応が検討されています。

しかし、ここも重要です。

これらは一般的な電気刺激・microcurrent・bioelectric signaling 研究から考えられる候補経路です。

MCC によって Ca^{2+} シグナルや PI3K/Akt、MAPK/ERK が活性化することが確認されたわけではありません。

ではここで何が一番問題になるのでしょうか。

仮説②考察 I 最大の疑問「MCC で細胞が反応するほどの電場ができているのか？」

私は、ここが MCC の作用機序を考えるうえで最も重要だと思っています。

仮に細胞実験で、

一定の電場を加える

↓

細胞遊走が変化する

↓

Ca^{2+} シグナルが変化する

という研究があったとします。

それだけでは MCC の作用機序を説明できません。

なぜなら、

MCC によって人体内に実際にどの程度の電場が形成されているのか

が分からないからです。

例えば、

細胞実験で生物学的反応が起きた電場強度

と、

MCC によって筋肉や腱、体幹深部などに形成される電場強度

が全く違えば、その研究結果を MCC に当てはめることはできません。

つまり重要なのは、

「微弱電流に生物学的作用があるのか？」

だけではありません。

それ以上に、

「MCC によって人体内に形成される電場は、生物学的反応を起こすのに十分な強度なのか？」

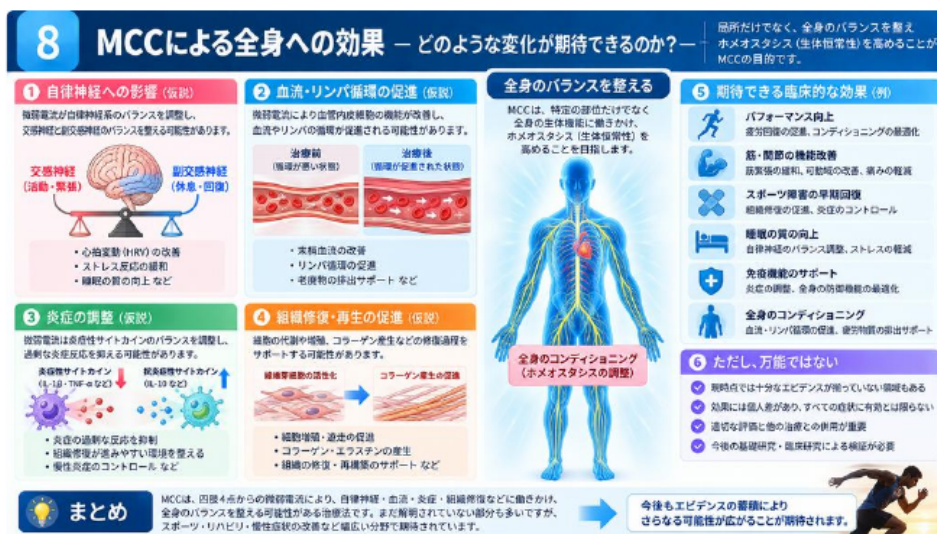
という量的な橋渡しが必要です。

ここが確認できなければ、

細胞研究 → MCC の臨床作用

を直接結びつけることはできません。

**仮説 3 MCC は「広範な微弱電場を形成する方法」なの
ではないか？**



ここまでを整理してみます。

一般的な MCC のイメージとして、

MCC

↓

全身に微弱電流

↓

全身の細胞が活性化

↓

ホメオスタシスが整う

と考えられることがあります。

しかし電気生理学的には、もう少し細かく考える必要があります。

私が現在考えているモデルは、

四肢 4 点に電極を配置

↓

局所 MENS とは大きく異なる電極配置

↓

体内に電位差が形成される

↓
組織の導電率に応じて電流が分布
↓
局所 MENS とは異なる電場・電流密度分布
↓
非常に弱い電氣的環境の変化
↓
細胞周囲の bioelectric signaling への影響
↓
細胞・組織反応？

というものです。

つまり MCC は、

「MENS を全身に行っている」

と考えるより、

「四肢 4 点という特殊な電極配置によって局所 MENS とは異なる広範な電位・電場分布を形成する方法」

と捉えた方が、電気生理学的には面白いのではないかと考えています。

ただし、

その電場が身体のどこに、どの程度形成されているのかは分かっていません。

ここが非常に重要です。

では「自律神経が整う」はどう考える？

「自律神経が整う」はどう考える？ — 期待される効果と、現時点での科学的な考え方 —

MCCを使用すると「リラックスする」「眠くなる」「身体が軽くなる」といった反応を経験することがあります。しかし、そのメカニズムはまだ仮説的です。

1 こういった反応が報告される

- リラックスする
- 眠くなる
- 身体が軽くなる
- 呼吸が深くなる
- 気持ちが落ち着く

このような反応から、「自律神経が整うのでは？」と考えられています。

2 メーカーの説明

メーカーは、MCCをホメオスタシス（生体恒常性）の調整を目的としたモードとして説明しています。

MCC
ホメオスタシスの調整（恒常性の維持）

3 直接の証明はされていない

MCC → 副交感神経優位 という経路が直接証明されているわけではありません。例えば、MCCを15分行ってHRVが変化したとしても、それが本当にMCCの電流刺激によるものかは、他の要因と区別する必要があります。

考えられる他の要因

- 15分間隔になっていたから
- 治療室が静かだったから
- 心率的にリラックスしたから
- プラセボ効果・期待感
- 環境（照明・室温・音源など）の関与など

4 自律神経への影響の仮説モデル

仮に自律神経への作用が存在するとすれば、以下のような経路が考えられます（現時点では仮説です）。

① 電流刺激への微弱な電気的入力
② 何らかの求心性入力の変化？
③ 脊髄・脳幹などでの処理？
④ 自律神経出力への二次的影響？

① 皮膚・筋・臓器・血管・結合組織・末梢神経 など
② 機械受容体の活動変化？
③ 感覚受容体の活動変化？
④ C繊維・Aδ繊維の活動？

③ 脊髄・脳幹などでの処理？
④ 副交感神経の亢進？
⑤ 交感神経の抑制？
⑥ 自律神経の中枢（脳幹・脊髄など）への入力？
⑦ 副交感神経の亢進？
⑧ 交感神経の抑制？
⑨ 心拍変動（HRV）の変化？
⑩ リラックス・睡眠の促進？

！ これはあくまで仮説であり、現時点で明確に証明されたものではありません。

5 研究でみられる変化の例

一部の研究では、MCC使用後に心拍変動（HRV）や血圧などの自律神経指標に変化があられたという報告があります。しかし、研究デザインや対象者、測定条件が異なり、結果は一定していません。

報告されている例

- HRVの高周波成分（副交感神経指標）の増加
- 心拍数の低下
- 血圧の低下
- 主観的リラックス感の向上 など

注意点

- ① 対象群との比較が不十分な研究が多い
- ② 安静時値との違いが明確でない
- ③ プラセボコントロールがない研究が多い
- ④ 短期的な変化のみで、持続効果は不明
- ⑤ 個人差が大きい

6 臨床的な考え方

現時点では「MCCは副交感神経を優位にする」と断定するよりも、以下のように考えるのが適切です。

「もし自律神経指標が変化するのであれば、どのような経路で起きているのか？」

という視点で、今後の研究の蓄積を待ちながら、臨床では患者さんの反応を丁寧に観察し、他の治療法と組み合わせで活用していくことが重要です。

エビデンスはまだまだ十分ではありませんが、実際に使うことで患者さんのQOL向上に寄与する可能性があります。

7 まとめ

- ① MCCで「リラックスする」「眠くなる」といった反応が報告される
- ② メーカーはホメオスタシスの調整を目的としている
- ③ MCC → 副交感神経優位は直接証明されていない
- ④ 自律神経への作用は仮説的なモデルが考えられる
- ⑤ 今後は、より厳密な研究デザインでの検証が必要

結論 MCCと自律神経の関係は、臨床的に興味深いテーマですが、現時点では仮説の域を出ません。今後の研究により、そのメカニズムが明らかになることが期待されます。

安全に、正しく、そして慎重に活用していきましょう。

MCC を使用すると、

「リラックスする」

「眠くなる」

「身体が軽くなる」

といった反応を経験することがあります。

メーカーも MCC をホメオスタシスの調整を目的としたモードとして説明しています。

しかし、

MCC



副交感神経優位

という経路が直接証明されているわけではありません。

例えば MCC を 15 分行って HRV が変化したとしても、

それが、

MCCによる電気刺激なのか、

15分間横になっていたからなのか、

治療室が静かだったからなのか、

心理的にリラックスしたからなのか、

を区別する必要があります。

仮に自律神経への作用が存在するのであれば、

【ここの仮説】

末梢組織への微弱な電氣的入力

↓

何らかの求心性入力の変化？

↓

脊髄・脳幹などでの処理？

↓

自律神経出力への二次的影響？

というモデルも考えられます。

ただし、これは現段階ではかなり仮説的です。

そのため、

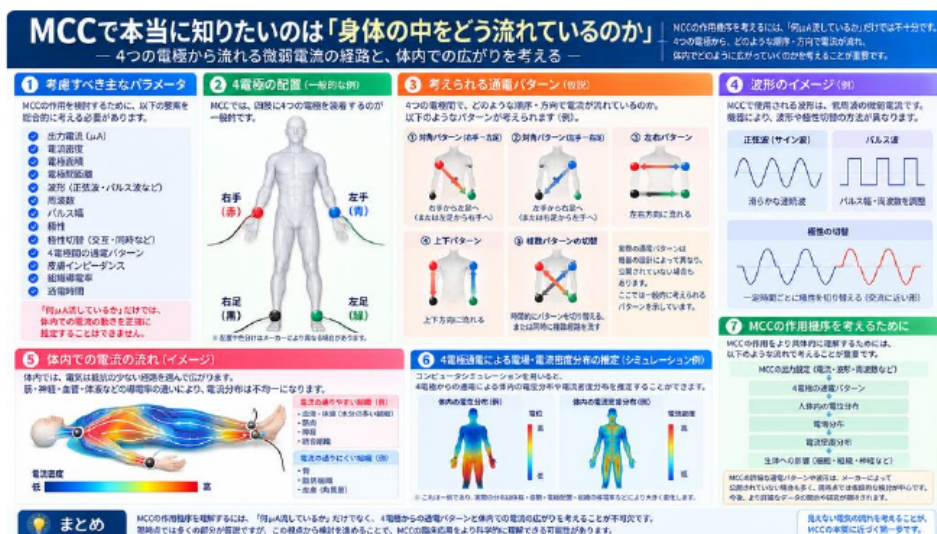
「MCCは副交感神経を優位にする」

と断定するより、

「もし自律神経指標が変化するのであれば、どのような経路で起きているのか？」

と考える方がよいと思います。

MCCで本当に知りたいのは「身体の中をどう流れているのか」



結局、ここに戻ってきます。

MCC の作用機序を考えるには、「何 μA 流しているか」だけでは不十分です。

少なくとも、

- 出力電流
- 電流密度
- 電極面積
- 電極間距離
- 波形
- 周波数
- パルス幅
- 極性
- 極性切替
- 4電極間の通電パターン
- 皮膚インピーダンス
- 組織導電率
- 通電時間

などを考える必要があります。

特に私が知りたいのが、

「4つの電極間で、実際にどのような順序・方向で電流が流れているのか？」

です。

右手と左足なのか。

左手と右足なのか。

左右方向にも流れるのか。

上下・左右・対角方向を切り替えているのか。

複数経路を時間的に変化させているのか。

そして、そのときの波形はどうなっているのか。

ここが分かれば、

MCC

↓

4 電極の通電パターン

↓

人体内の電位分布

↓

電場分布

↓

電流密度分布

というところまで、かなり具体的に考えられるようになります。

MCC の作用機序を検証するなら？

臨床的にも面白いテーマだと思います。

例えば、

① MCC 群

② Sham MCC 群

③ 局所 MENS 群

④ 安静のみ

の 4 群を比較します。

測定するなら、

- HRV
- 心拍数
- 血圧
- 皮膚温
- 末梢血流
- 主観的疲労度
- 筋緊張
- 関節可動域

などが候補になります。

例えば、

MCC15 分

と、

電極だけ装着して安静 15 分

を比較するだけでも面白いと思います。

もし両方とも同じように眠くなるのであれば、

「MCC だから眠くなった」

とは言えません。

逆に MCC 群だけで再現性のある変化が確認されるのであれば、そこから次の研究につながります。

さらに、**MCC vs 局所 MENS**

を比較すれば、単純に「微弱電流だから起きた反応」なのか、

それとも、

「四肢 4 点という電極配置に何らかの意味があるのか」

を考えるきっかけにもなります。

ここは是非メーカーさんをお願いしたいです。

よろしくお願いしますメディックスさん！

MCC の作用機序を考えるには「物理」と「生物」をつなぐ 必要がある

今回 MCC について調べていて、個人的にここが非常に重要だと感じました。

MCC の作用機序を考えるためには、

大きく二つの問題があります。

一つ目が、

物理学的な問題。

MCC によって、

「人体のどこに、どの程度の電場・電流密度が形成されるのか？」

という問題です。

もう一つが、

生物学的な問題。

その電場強度によって「細胞や組織にどのような反応が起きるのか？」という問題です。

つまり、

MCC の出力

↓

4 電極配置

↓

人体内の電場・電流密度

↓

細胞が実際に受ける刺激

↓

細胞内シグナル

↓

組織反応

↓

臨床的变化

という一連の流れをつなげなければいけません。

現在は、この途中にかなり大きな空白があります。

だからこそ、

「MCC をすると全身の ATP が増える」

「MCC をすると自律神経が整う」

と一気につなげてしまうのではなく、

その間にある部分を一つずつ検証していく必要があると思います。

めちゃくちゃ結果が出るから検証してほしい!!

まとめ

MCCについて考えていくと、

「微弱電流だから ATP が増える」

だけでは説明できない部分がたくさんあります。

今回考えた仮説をまとめると、

MCC

↓

四肢 4 点という特徴的な電極配置

↓

局所 MENS とは異なる体内の電位分布

↓

異なる電場・電流密度分布

↓

神経を強く脱分極させる刺激とは異なる微弱な電気環境

↓

細胞周囲の電気環境・イオン動態・bioelectric signaling への影響？

↓

細胞・組織反応？

↓

さらに二次的な全身反応？

というモデルになります。

もちろんこれは MCC で証明された作用機序ではありません。個人的な意見です。

一般的な microcurrent stimulation、生体電気研究、そして MCC の電極配置から考えた仮説です。

現時点で私は、

MCC を「全身の細胞に微弱電流を届ける治療」と捉えるよりも、「四肢 4 点という離れた電極配置によって、局所 MENS とは異なる広範な電位・電場分布を体内に形成する方法なのではないか」と考えています。

ただし、その電場が身体のどこに、どの程度の強さで形成されるのか。

そして、

その強度が細胞・組織反応を引き起こすのに十分なのか。

ここはまだ分かりません。

つまり MCC を理解するために次に必要なのは、

「微弱電流にはどんな効果があるのか？」

を探ること以上に、

「MCC では実際にどのような電流・電場分布が形成されているのか？」

を明らかにすることなのかもしれません。ここはもうすでに私の領分ではないです。

「微弱電流を全身に流すと身体が整う」

だけで終わらせるのではなく、

どこを電気が流れているのか？

どの程度の電場が形成されているのか？

その強さで本当に細胞は反応するのか？

局所 MENS とは何が違うのか？

ここを一つずつ検証していけば、MCC という治療法をもう少し電気生理学的に理解できるのではないのでしょうか。

今後は、

「MCC の 4 電極では、実際に電流はどう流れているのか？」

という部分について、波形・極性・周波数・電流方向・4 電極間の切替パターンなどから、さらに深掘りしてみたいと思います。

最後になりましたが四肢通電を試したいと私のわがままに理解し提供していただいた日本メディックス様ありがとうございました。

参考文献

Cheng N, Van Hoof H, Bockx E, et al. The effects of electric currents on ATP generation, protein synthesis, and membrane transport in rat skin. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;(171):264–272.

Lee et al. Microcurrent stimulation and its biological/medical applications. 2024.

日本メディックス株式会社：HVMC デルタ／MCC（全身調整微弱療法）製品・技術情報。

※MCC 固有の作用機序については十分な直接的研究が存在しないため、本記事では一般的な microcurrent stimulation、生体電気、電気生理学の研究を参考に仮説的考察を行っています。