

労災疾病臨床研究事業費補助金

CO中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと包括的リハビリテーション
アプローチ・支援モデルに関する研究

令和7年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 氏名 松瀬博夫

令和8（2026）年 3月

研究報告書

目 次

I. 総括研究報告

C0 中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究	1
研究代表者 松瀬博夫	
(資料1) これまでの研究結果に基づいて推定した慢性 C0 中毒後遺症患者の病態模式図	2

II. 分担研究報告

1. C0 中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究	3
研究分担者 橋田竜騎	
(資料2) 60年目調査から63年目調査の変化に対する解析	4
2. C0 中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究	8
研究分担者 本岡大道	
(資料3) 63年目調査（自覚的・精神・神経学的自覚症状）	9
3. C0 中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究	13
研究分担者 大本将之	
(資料4) 60年目から63年目までの主要項目の変化量	14
4. C0 中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究	15
研究分担者 馬場恵理子	
(資料5) 業績論文要約	16
5. C0 中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究	17
研究分担者 高野吉朗	
(資料6) デュアルタスク前後の変化	18

III. 研究成果の刊行に関する一覧表	23
---------------------	----

労災疾病臨床研究事業費補助金
(総括) 研究報告書

CO 中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと
包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究

研究代表者 松瀬博夫 久留米大学

研究要旨

研究計画・統括
総括

研究代表者

久留米大学
教授 松瀬博夫

A. 研究目的

一酸化炭素中毒後遺症患者 (CO 患者) の神経認知機能や身体機能等を評価し、関連するバイオマーカーの探索と長期的予後を調査する。さらに、デュアルタスクの効果を解析する。

B. 研究方法

CO 患者と元炭鉱労働者を含む高齢者 38 名のデータを用い、年齢マッチング後に血液データ、神経認知機能、身体機能などを比較した。さらにメタボローム解析を実施した。また、63 年目調査を行い 3 年間の変化を解析した。

(倫理面への配慮)

研究への参加同意は口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得た。また、家族等の代諾者からも同意を得た。

C. 研究結果

慢性 CO 中毒後遺症患者では、対照群と比べ、MMSE 低値、TMT-B 延長、Cognitive-FIM 低値、CBA 低値、LSA 低値を認めた。60 年目から 63 年目の縦断解析では、BDNF と PhA の複合モデルが複数指標で良好な予測性能を示した。メタボローム解析では、CO 群で valine、alanine、betaine が高く、3-hydroxybutyric acid、inosine、hypoxanthine が低い血清代謝シグネチャーを認めた。

D. 考察

高齢の慢性 CO 中毒後遺症患者では、対照群と比べて認知機能、注意・遂行機能、認知関連 ADL、生活空間の低下が認められた。血清 BDNF は候補バイオマーカーと考えられ、60 年目から 63 年目の縦断解析では、BDNF と PhA の複合モデルが複数の機能指標の予測に有用である可能性が示された。さらに、メタボローム解析では、CO 群に特徴的な血清代謝シグネチャーを認めた。以上より、慢性 CO 中毒後遺症では、神経・身体機能低下とバイオマーカー異常が関連する可能性が示された。

E. 結論

慢性 CO 中毒後遺症では、神経・身体機能低下とバイオマーカー異常が関連する可能性が示され、BDNF、PhA、代謝物プロファイルは病態把握や予後予測に有用な指標となる可能性がある。ただし、少数例による探索的知見であり、今後の検証が必要である。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

Brain Disorders 19:100264, 2025.
Metabolites 16(2):126, 2026.

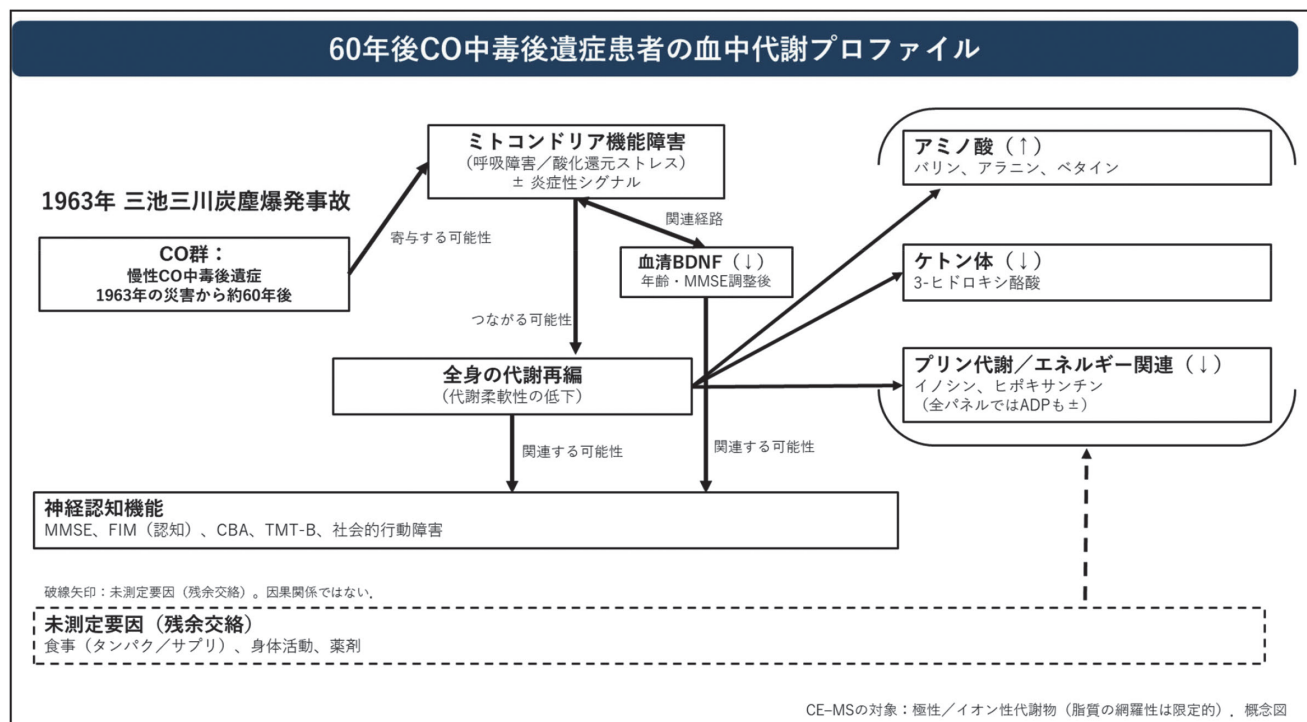
2. 学会発表

第11回 高次脳機能障害シンポジウム
ACRM 102nd Annual Fall Conference

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

資料1. これまでの研究結果に基づいて推定した慢性CO中毒後遺症患者の病態模式図



1963年の三池三川炭塵爆発事故から約60年後の慢性CO中毒後遺症患者において認められた血中代謝プロファイルと、その背景として推測される病態との関連を本研究で得られた結果から模式的に示した。慢性CO中毒後遺症患者（CO）群では、CO中毒の慢性期にも持続している可能性のあるミトコンドリア機能障害や酸化ストレス、炎症性シグナルを背景として、全身の代謝再編が生じている可能性がある。本研究では、血清BDNFの低下、アミノ酸関連代謝物（バリン、アラニン、ベタイン）の上昇、ケトン体である3-ヒドロキシ酪酸の低下、さらにプリン代謝・エネルギー関連代謝物であるイノシン、ヒポキサンチンの低下が認められた。これらの代謝変化は、神経認知機能低下や注意・遂行機能障害、認知関連ADL低下などの高次脳機能障害と関連する可能性があることを示唆している。なお、破線で示した未測定要因は、食事、身体活動、薬剤などの残余交絡の可能性を表しており、本図は因果関係を断定するものではなく、探索的知見に基づく仮説である。

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

CO中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと
包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究

研究分担者 橋田竜騎 久留米大学

研究要旨

評価方法計画・解析

研究分担者

久留米大学
講師 橋田竜騎

A. 研究目的

一酸化炭素中毒後遺症患者 (CO患者) の神経認知機能や身体機能等を評価し、関連するバイオマーカーの探索と長期的予後を調査する。さらに、デュアルタスクの効果を解析する。

B. 研究方法

CO患者と元炭鉱労働者を含む高齢者38名のデータを用い、年齢マッチング後に血液データ、神経認知機能、身体機能などを比較した。さらにメタボローム解析を実施した。縦断解析では60年目BDNFおよびPhAと63年目までの主要アウトカム変化量との関連を、年齢および群を調整した線形回帰で検討した。

(倫理面への配慮)

研究への参加同意は口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得た。本人同意が困難な場合は家族等の代諾者から同意を得た。

C. 研究結果

慢性CO中毒後遺症患者では、対照群と比べ、MMSE低値、TMT-B延長、Cognitive-FIM低値、CBA低値、LSA低値を認めた。縦断解析では、60年目BDNFは握力変化と正に関連し、PhAはTMT-A、大腿直筋厚、筋肉量の変化と関連した。

メタボローム解析では、CO群でvaline、alanine、betaineが高く、3-hydroxybutyric acid、inosine、hypoxan-

thineが低い血清代謝シグネチャーを認めた。

D. 考察

本研究では、年齢マッチングによる群間比較、年齢・群を調整した回帰解析、60年目から63年目の縦断解析を組み合わせることで、慢性CO中毒後遺症患者における候補指標を多面的に評価した。横断解析では群間の機能差と代謝異常を確認し、縦断解析ではBDNFおよびPhAが一部主要アウトカムの変化と関連したことから、本研究で用いた解析法は、病態把握および予後関連因子の抽出に一定の妥当性と有用性を有すると考えられた。一方で、少数例での探索的検討であり、多重比較、欠測、群間差の影響を考慮した慎重な解釈が必要である。

E. 結論

本研究で実施した群間比較、調整回帰、縦断解析は、慢性CO中毒後遺症患者の病態評価と候補バイオマーカー探索に有用な解析手法と考えられた。とくにBDNF、PhA、代謝物プロファイルは、今後の検証研究や介入研究で重点的に評価すべき指標として位置づけられる。ただし、本結果は仮説生成的知見であり、症例数の拡大と追試による検証が必要である。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

別記

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

資料 2. 60 年目調査から 63 年目調査の変化に対する解析

2-1. 解析概要

項目	内容
目的	BDNF 単独、PhA 単独、BDNF+PhA 複合の予測モデルを比較
対象	共通 ID 30 例
予測因子	60 年目 BDNF, 60 年目 PhA(PA)
共変量	年齢 60, 群(CO/CON)
アウトカム	3 年変化量 (63-60 年目) : 握力, TUG, 歩行, MMSE/TMT, 四肢筋量, 大腿直筋厚
比較指標	Adj_R2, AIC, BIC, LOOCV_RMSE
注意	症例数が少なく探索解析。各アウトカムで欠測により n が異なる

2-2. 主要結果の要約

全 10 アウトカムのうち、BDNF と PhA を組み合わせたモデルが最良となった項目は 6 件であった。内訳は、BDNF+PhA 複合モデル 1 件、複合 Zscore 3 件、交互作用モデル 2 件であった。PhA 単独が最良であった項目は 3 件、BDNF 単独が最良であった項目は 0 件、年齢+群のみで十分であった項目は 1 件であった。

項目	件数
BDNF が最良	0
PhA が最良	3
BDNF+PhA 複合が最良	1
複合 Zscore が最良	3
交互作用モデルが最良	2
年齢+群のみが最良	1

2-3. アウトカム別比較結果（要約）

アウトカム	n	最良モデル	最良 Adj_R2	Adj_R2 改善	主な解釈	BDNF 複合 p	PhA 複合 p	交互作用 p
利き手握力	27	複合 Zscore	0.216	0.148	BDNF+PhA 複合が最良	0.033	0.230	0.364
TUG	17	PhA 単独追加	0.111	0.099	PhA が優位	0.731	0.170	0.831
10m 歩行 (通常)	17	BDNF×PhA	0.320	0.446	PhA が優位	0.016	0.084	0.115
10m 歩行 (早歩き)	17	BDNF+PhA 複合	0.398	0.303	BDNF+PhA 複合が最良	0.012	0.241	0.782
MMSE	19	複合 Zscore	0.009	0.058	BDNF+PhA 複合が最良	0.195	0.339	0.565
TMT-A	19	BDNF×PhA	0.518	0.399	PhA が優位	0.049	0.005	0.105
TMT-B	18	Age+Group	0.220	0.000	年齢+群のみで十分	0.997	0.465	0.612
四肢筋量	27	複合 Zscore	0.295	0.277	BDNF+PhA 複合が最良	0.008	0.073	0.312

2-4. アウトカムごとの最良モデル検討

アウトカム	n	最良モデル	最良 Adj_R2	Adj_R2 改善	主な解釈
10m 歩行 (通常)	17	BDNF×PhA	0.320	0.446	PhA が優位
TMT-A	19	BDNF×PhA	0.518	0.399	PhA が優位
10m 歩行 (早歩き)	17	BDNF+PhA 複合	0.398	0.303	BDNF+PhA 複合が最良
四肢筋量	27	複合 Zscore	0.295	0.277	BDNF+PhA 複合が最良
大腿直筋厚	18	PhA 単独追加	0.460	0.231	PhA が優位
利き手握力	27	複合 Zscore	0.216	0.148	BDNF+PhA 複合が最良
TUG	17	PhA 単独追加	0.111	0.099	PhA が優位
MMSE	19	複合 Zscore	0.009	0.058	BDNF+PhA 複合が最良
TMT-B	18	Age+Group	0.220	0.000	年齢+群のみで十分

2-5. 各アウトカムのモデル比較

【利き手握力】

モデル	n	Adj_R2	AIC	RMSE	BDNF_p	PhA_p	交互作用 p
複合 Zscore	27	0.216	210.5	12.22			
BDNF 単独追加	27	0.187	211.5	12.26	0.045		
BDNF+PhA 複合	27	0.205	211.7	12.44	0.033	0.230	
BDNF×PhA	27	0.200	212.6	12.84	0.218	0.192	0.364
Age+Group	27	0.068	214.3	13.21			
PhA 単独追加	27	0.061	215.4	13.52		0.377	

【TUG】

モデル	n	Adj_R2	AIC	RMSE	BDNF_p	PhA_p	交互作用 p
PhA 単独追加	17	0.111	62.01	1.536		0.134	
Age+Group	17	0.012	63.07	1.543			
BDNF+PhA 複合	17	0.046	63.83	1.642	0.731	0.170	
複合 Zscore	17	0.004	63.93	1.579			
BDNF 単独追加	17	-0.037	64.62	1.658	0.567		
BDNF×PhA	17	-0.036	65.76	1.977	0.880	0.716	0.831

【10m 歩行（通常）】

モデル	n	Adj_R2	AIC	RMSE	BDNF_p	PhA_p	交互作用 p
BDNF×PhA	17	0.320	66.96	2.090	0.274	0.478	0.115
複合 Zscore	17	0.223	68.09	2.017			
BDNF+PhA 複合	17	0.211	68.98	2.182	0.016	0.084	
Age+Group	17	-0.126	73.65	2.051			
BDNF 単独追加	17	0.056	71.39	2.105	0.076		
PhA 単独追加	17	-0.207	75.57	2.228		0.807	

【10m 歩行（早歩き）】

モデル	n	Adj_R2	AIC	RMSE	BDNF_p	PhA_p	交互作用 p
BDNF+PhA 複合	17	0.398	34.32	0.715	0.012	0.241	
BDNF 単独追加	17	0.374	34.36	0.652	0.019		
BDNF×PhA	17	0.348	36.20	0.810	0.829	0.826	0.782
複合 Zscore	17	0.299	36.29	0.734			
Age+Group	17	0.095	39.88	0.771			
PhA 単独追加	17	0.042	41.59	0.833		0.647	

【MMSE】

モデル	n	Adj_R2	AIC	RMSE	BDNF_p	PhA_p	交互作用 p
複合 Zscore	19	0.009	110.1	4.593			
Age+Group	19	-0.050	110.4	4.473			

BDNF 単独追加	19	-0.047	111.1	4.514	0.324		
BDNF+PhA 複合	19	-0.048	111.9	4.816	0.195	0.339	
PhA 単独追加	19	-0.108	112.2	4.893		0.700	
BDNF×PhA	19	-0.099	113.4	5.073	0.431	0.372	0.565

【TMT-A】

モデル	n	Adj_R2	AIC	RMSE	BDNF_p	PhA_p	交互作用 p
BDNF×PhA	19	0.518	215.4	89.26	0.055	0.010	0.105
複合 Zscore	19	0.451	216.7	83.24			
BDNF+PhA 複合	19	0.448	217.4	85.92	0.049	0.005	
Age+Group	19	0.120	224.8	92.14			
PhA 単独追加	19	0.315	220.8	94.68		0.032	
BDNF 単独追加	19	0.078	226.5	92.70	0.603		

【TMT-B】

モデル	n	Adj_R2	AIC	RMSE	BDNF_p	PhA_p	交互作用 p
Age+Group	18	0.220	204.1	68.24			
PhA 単独追加	18	0.213	205.0	70.41		0.366	
BDNF 単独追加	18	0.179	205.8	72.93	0.625		
複合 Zscore	18	0.172	206.0	77.16			
BDNF+PhA 複合	18	0.152	207.0	79.17	0.997	0.465	
BDNF×PhA	18	0.102	208.6	85.03	0.617	0.857	0.612

【四肢筋量】

モデル	n	Adj_R2	AIC	RMSE	BDNF_p	PhA_p	交互作用 p
複合 Zscore	27	0.295	183.8	7.516			
BDNF+PhA 複合	27	0.286	185.0	7.583	0.008	0.073	
BDNF×PhA	27	0.289	185.6	7.684	0.153	0.101	0.312
BDNF 単独追加	27	0.207	187.0	7.958	0.016		
PhA 単独追加	27	0.051	191.9	8.839		0.191	
Age+Group	27	0.019	191.9	8.862			

【大腿直筋厚】

モデル	n	Adj_R2	AIC	RMSE	BDNF_p	PhA_p	交互作用 p
PhA 単独追加	18	0.460	84.98	2.563		0.016	
BDNF+PhA 複合	18	0.447	86.10	2.833	0.434	0.092	
BDNF 単独追加	18	0.355	88.19	2.806	0.067		
BDNF×PhA	18	0.404	88.01	3.445	0.719	0.641	0.812
Age+Group	18	0.229	90.64	2.973			
複合 Zscore	18	0.180	92.52	3.359			

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

C0 中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと
包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究

研究分担者 本岡大道 久留米大学

研究要旨

63年目調査

研究分担者

久留米大学

教授 本岡大道

A. 研究目的

一酸化炭 (CO) 中毒後遺症患者を対象として63年目調査を実施し、60年目調査との比較により変化した症状や新たに出現した症状を確認する。

B. 研究方法

63年調査結について、現在の治療状況、生活状況、社会的関わり、身体的自覚症状、精神・神経学的自覚症状、神経学的検査、理学的所見等を60年目調査と比較した。

(倫理面への配慮)

参加同意は口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得た。本人同意が困難な場合は家族等の代諾者から同意を得た。

C. 研究結果

63年目調査では、治療状況や介護保険利用、生活状況に変化を認めた症例があり、一部で生活支援の必要性が示唆された。身体面では、頭痛、めまい、視力低下、耳鳴り、息苦しさ、転びやすさ、四肢の痛みやしびれなどの変化や新規出現がみられた。精神・神経面では、疲れやすさ、もの忘れ、不安、不眠、意欲低下などの変化に加え、一部で聴力障害、振戦、筋硬直、歩行障害なども認められ、慢性期においても多面的な機能変化が持続している可能性が示唆された。

D. 考察

3年間で、身体症状、精神・神経症状、認知機能などの神経心理学的所見、生活状況、診察所見に追加所見がみられ、慢性CO中毒後遺症が高齢化や身体合併症と重なってより複雑化している可能性が示唆された。これらの変化は、生活機能や社会的役割の縮小にもつながっていると思われる。

E. 結論

63年目調査では、慢性CO中毒後遺症の病態は、60年以上が経過した3年間であっても変化し、複雑化しており、継続的な評価と支援が必要である。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

別記

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

資料3. 63年目調査（自覚的・精神・神経学的自覚症状）

3-1. 基本情報

ID	評価時年齢	罹災時年齢	救出時の記憶	救出時の治療	意識障害時間
1904	87	25	なし	外来	9 時間
2201	84	22	なし	入院	12 時間以上
2202	83	21	なし	入院	1 日間
2203	85	23	ある	入院	3 時間
2204	87	25	なし	入院	2 日間
1901	93	31	なし	入院	20 時間以上
1907	85	24	なし	入院	15 時間以上
1903	86	24	ある	入院	7 時間
1905	91	30	なし	入院	14～15 時間
1906	85	23	ある	入院	12 時間以上
2206	87	26	なし	入院	17 時間
2207	85	24	なし	入院	20 時間
2208	87	25	なし	入院	1 ヶ月以上
2205	86	24	なし	入院	不明
1910	88	26	ある	未確認	不明

3-2. 自覚症状

ID	身体的自覚症状	精神・神経学的自覚症状	地誌的障害	Apathic/ personality / psychiatric
1904	汗が多い、めまい、頭痛（たまに）、耳鳴り、視力低下、耳が遠い、尿が近い、転びやすい、腰の痛み、両手の震え（昨年）、両手の震え	もの忘れ、眠れない、不安（電動自転車で 3 回倒れた）	なし	なし/なし/なし
2201	汗が多い、手足が冷たい、顔がほてる、めまい、動悸がする、頭痛、頭が重い、耳鳴り、視力低下、尿が近い、転びやすい、吐き気がある、息苦しい、手指が動かすにくい、脱力、足がつりやすい、腰・肩の痛みがある、右手首から指のしびれ、両手指のしびれ	疲れやすい、もの忘れ、眠れない、いらいら、気分が晴れない、不安	あり	なし/あり/なし
2202	汗が多い、めまい、動悸がする、頭痛、耳鳴り 24 時間、視力低下、耳が遠い、尿が近い、転びやすい（真直ぐに歩けない）、息苦しい、右膝・右足首に痛み	疲れやすい、もの忘れ、やる気が起きない	なし	なし/なし/なし

ID	身体的自覚症状	精神・神経学的自覚症状	地誌的障害	Apathic/ personality / psychiatric
2203	汗が多い、視力低下、耳が遠い、手指が動かすにくい、足がつりやすい、足のしびれ、指が痙攣する(軽い)	もの忘れ、女性に対する関心がない、不安	なし	なし/なし/なし
2204	—	—	—	—
1901	耳が遠い、吐き気がある、足がつりやすい	疲れやすい、もの忘れ、いらいら、気分が晴れない、やる気が起きない	あり	あり/あり/なし
1907	汗が多い、手足が冷たい、めまい、動悸がする、頭痛、頭が重い、耳鳴り、視力低下、尿が近い、足がつりやすい、両手が震える	疲れやすい、もの忘れ、いらいら、やる気が起きない	なし	なし/あり/なし
1903	手足が冷たい、めまい、動悸がする、汗をかかない、頭痛、頭が重い、耳鳴り、味がしない、においがしない、視力低下、耳が遠い、尿が近い、転びやすい、吐き気がある、息苦しい、脱力、両下肢痛み	疲れやすい、もの忘れ、眠れない、悪夢、イライラして眠れない、気分が晴れない、やる気が起きない、食欲がない、不安	あり	あり/あり/なし
1905	—	—	—	—
1906	汗が多い、手足が冷たい、顔がほてる、めまい、頭痛、頭が重い、耳鳴り、味がしない、においがしない、耳が遠い、尿が近い、吐き気がある、息苦しい、足がつりやすい、足がつるときは痛い、両下肢けいれん	疲れやすい、もの忘れ、やる気が起きない、食欲がない、不安	なし	あり/なし/なし
2206	—	—	—	—
2207	—	—	—	—
2208	汗が多い、頭痛、頭が重い、耳鳴り(人の声が聞こえない)、視力低下、耳が遠い、尿が近い、転びやすい、息苦しい、脱力、両下肢歩行立ち上がりで痛み	疲れやすい、もの忘れ、いらいら、気分が晴れない、やる気が起きない、女性に対する関心がない	あり	あり/なし/あり
2205	頭痛、尿が近い、両足甲しびれ	疲れやすい、もの忘れ、眠れない、気分が晴れない	なし	あり/なし/あり

ID	身体的自覚症状	精神・神経学的自覚症状	地誌的障害	Apathic/ personality / psychiatric
1910	手足が冷たい、めまい、頭痛、頭が重い、耳鳴り、頭が重い、視力低下、耳が遠い、尿が近い、脱力	疲れやすい、もの忘れ、眠れない、悪夢、いらいら、気分が晴れない、やる気が起きない、食欲がない、不安	—	なし/なし/あり

3－3．既往歴

ID	既往歴
1904	高血圧、前立腺癌の手術後
2201	前立腺がん、腰部脊柱管狭窄症
2202	前立腺がん（放射線治療）、肝炎
2203	高血圧、肝硬変
2204	特になし
1901	特になし
1907	高血圧、心疾患、不整脈
1903	高血圧、脳血管障害、心疾患
1905	特になし
1906	高血圧、心疾患、糖尿病
2206	特になし
2207	特になし
2208	高血圧、脳血管障害、糖尿病
2205	高血圧、前立腺肥大
1910	特になし

3-4. 神経学的検査

ID	聴力障害	手指振戦	筋硬直	知覚障害	Adiadokokinesis	指鼻テスト	踵膝テスト	Romberg徴候	つぎ足歩行
1904	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	可
2201	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	可
2202	なし	右手 左手	なし	なし	なし	なし	なし	なし	可
2203	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	可
2204	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1901	あり 両 耳特に右 耳	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	不可
1907	なし	右手	なし	なし	右手稚拙	なし	なし	なし	不可
1903	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	不可
1905	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1906	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	不可
2206	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2207	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2208	あり	なし	なし	なし	なし	なし	左下肢 稚拙	不可	足が悪く できず
2205	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	不可
1910	なし	右手 左手	右上肢	—	不可	不可	不能	あり	不可

ID	MMSE 30点満点	HDS-R 30点満点
1904	26	29
2201	21	19
2202	28	22
2203	24	19
2204		
1901		
1907	21	22
1903	28	30
1905		
1906	20	18
2206		
2207		
2208	23	28
2205	20	17
1910	10	11

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

C0 中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと
包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究

研究分担者 大本将之 久留米大学

研究要旨

バイオマーカー解析

研究分担者

久留米大学
助教 大本将之

A. 研究目的

慢性C0中毒後遺症患者において、60年目時点のBDNFおよびPhAがその後3年間の機能変化と関連するかを検討し、予後関連バイオマーカー候補を探索する。

B. 研究方法

60年目と63年目の縦断データを用い、握力、歩行、MMSE、TMT、筋量、大腿直筋厚などの変化量を算出した。

60年目BDNF、PhA、両者の複合指標を予測因子とし、年齢・群を調整した線形回帰で比較した。PhAの横断的関連も検討した。

(倫理面への配慮)

研究への参加同意は口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得た。本人同意が困難な場合は家族等の代諾者から同意を得た。

C. 研究結果

年齢および群を調整した解析では、60年目BDNFは利き手握力の変化量と正に関連し、60年目PhAはTMT-A、大腿直筋厚、筋量の変化量と関連した。

さらに、BDNF単独、PhA単独、BDNF+PhA複合などの予測モデルを比較した結果、握力、歩行、認知機能の一部、筋量、大腿直筋厚などで複合系モデルが良好な予測性能を示した。

D. 考察

BDNFおよびPhAは、3年間の機能変化と関連する候補指標である可能性が示された。両者を組み合わせることで、変化を補完的に評価できる可能性がある。一方、症例数が限られた探索的解析であり、慎重な解釈が必要である。次年度には症例追加の可能性があり、追加症例を含めた再解析で結果の安定性を検証する予定である。

E. 結論

BDNFとPhAは、慢性C0中毒後遺症患者の長期変化を捉える予後関連バイオマーカー候補と考えられた。とくに両者の複合指標は、今後重点的に検証すべき指標である。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

別記

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

資料 4. 60年目から63年目までの主要項目の変化量

※変化量は「63年目値-60年目値」。

表中の値は平均±標準偏差、p値は各群内の60年目と63年目の比較を示す。

4-1. 身体機能・体組成

項目	n	CO 群 60 年目	CO 群 変化量	p	n	対照群 60 年目	対照群 変化量	p
大腿直筋厚	10	11.00	-1.230 ± 3.140	0.247	10	10.96	1.380 ± 3.492	0.243
PA	9	4.200	-0.278 ± 0.421	0.083	9	4.293	-0.044 ± 0.296	0.665
利き手握力	15	26.15	-10.78 ± 10.31	0.001	15	30.51	-9.504 ± 14.23	0.022
左膝伸展筋力	9	23.89	-5.822 ± 6.429	0.026	9	26.39	-0.611 ± 6.304	0.779
TUG	9	10.08	1.209 ± 3.253	0.297	10	7.066	0.402 ± 1.478	0.412
10m 歩行(通常)	9	11.39	0.920 ± 2.524	0.306	10	7.913	0.981 ± 0.920	0.008
10m 歩行(早歩き)	9	8.704	1.114 ± 0.591	<0.001	10	5.985	0.432 ± 0.782	0.115
BMI	11	22.27	-0.027 ± 1.138	0.938	9	24.67	-0.478 ± 1.026	0.200
体脂肪量	9	16.15	-0.822 ± 1.770	0.201	9	20.36	-0.478 ± 2.082	0.511
体脂肪率	9	27.79	-1.522 ± 2.618	0.119	9	31.83	0.222 ± 2.541	0.800
四肢筋量	14	15.81	-4.477 ± 7.610	0.046	14	18.55	-6.621 ± 8.572	0.013

4-2. 認知機能・生活機能

項目	n	CO 群 60 年目	CO 群 変化量	p	n	対照群 60 年目	対照群 変化量	p
MMSE	11	21.00	-1.182 ± 3.894	0.338	10	27.80	-2.600 ± 4.222	0.083
HDS-R	11	19.40	-0.636 ± 4.032	0.612	10	26.53	-2.900 ± 4.458	0.070
TMT-A	11	102.1	44.00 ± 114.0	0.230	10	69.80	-0.500 ± 25.97	0.953
TMT-B	10	237.0	40.40 ± 66.19	0.086	10	133.5	9.900 ± 73.32	0.679
CBA	11	25.00	-4.000 ± 3.661	0.005	10	28.73	0.300 ± 1.160	0.434
LSA	10	64.71	-15.20 ± 17.55	0.023	10	88.67	0.800 ± 34.76	0.944
FIM (身体機能)	11	83.00	-2.545 ± 5.466	0.153	10	90.60	0.100 ± 0.876	0.726
FIM (認知機能)	11	29.67	0.182 ± 1.401	0.676	10	34.93	-0.100 ± 0.316	0.343
MNA	10	10.80	-0.700 ± 1.160	0.089	10	13.13	0.000 ± 0.471	1.000

略語

BDNF : Brain-Derived Neurotrophic Factor

PhA : Phase angle

MMSE : Mini-Mental State Examination

TMT-A : Trail Making Test Part A

TMT-B : Trail Making Test Part B

TUG : Timed Up and Go test

LSA : Life-Space Assessment

FIM : Functional Independence Measure

Cognitive-FIM : Functional Independence Measure, cognitive subscale

CBA : Cognitive-related Behavioral Assessment

SMI : Skeletal Muscle Index

CO : Carbon Monoxide (一酸化炭素)

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

CO 中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと
包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究

研究分担者 馬場恵理子 久留米大学

研究要旨

活動評価、論文執筆

研究分担者

久留米大学

助教 馬場恵理子

A. 研究目的

一酸化炭素中毒後遺症患者 (CO 患者) の神経認知機能を評価し、客観的バイオマーカー候補として血清 BDNF の有用性を検討する。

B. 研究方法

75歳以上の慢性 CO 中毒後遺症患者と元炭鉱労働者を含む対照高齢者を対象とした横断研究を実施した。神経認知機能指標として MMSE、TMT-A、TMT-B、認知 FIM、CBA などを評価し、群間比較を行った。血清 BDNF については、年齢および MMSE を共変量とした共分散分析により検討した。

(倫理面への配慮)

研究への参加同意は口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得た。本人同意が困難な場合は家族等の代諾者から同意を得た。

C. 研究結果

CO 患者は対照群と比べ、MMSE 低値、TMT-B 延長、認知 FIM 低値、CBA 低値を認め、注意・遂行機能および認知関連 ADL の低下が示された。BDNF は CO 群で低値傾向を示し、年齢、MMSE 調整後には有意な低値を認めた。

D. 考察

本研究では、慢性 CO 中毒後遺症患者で認知機能低下に加え、LSA 低値による生活空間の縮小と活動性低下が認められた。これは、高次脳機能障害が慢性期においても日常生活や社会参加に影響している可能性を示す所見である。さらに、血清 BDNF 低値はこうした病態を反映する候補バイオマーカーと考えられた。

E. 結論

慢性 CO 中毒後遺症患者では、神経認知機能低下に加え、血清 BDNF 低下を認めた。血清 BDNF は、慢性期高次脳機能障害の客観的評価や今後のリハビリテーション介入研究における指標となる可能性がある。今後は、縦断研究および介入研究により、その有用性をさらに検証する必要がある。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

Brain Disorders 19:100264, 2025.

Metabolites 16(2):126, 2026.

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

資料5．業績論文要約

5－1．炭じん爆発事故から60年後の一酸化炭素中毒後遺症患者における血中脳由来神経栄養因子（BDNF）濃度：横断研究

掲載誌：Brain Disorders 19, 100264, 2025

著者：Eriko Baba, Ryuki Hashida, Yoshio Takano, Yuji Maki, Hiroshi Tajima, Makiko Motooka, Hiromichi Motooka, Hiroo Matsuse

研究目的：1963年三池三川炭塵爆発事故から約60年後の慢性一酸化炭素（CO）中毒後遺症患者において、血中BDNF濃度が低下しているかを、加齢や認知機能の影響を考慮して検討すること。

対象・方法：75歳以上のCO中毒後遺症患者14名と、同じ炭鉱で勤務していた非被災の元炭鉱労働者22名を対象とした横断研究である。MMSE、Trail Making Test（TMT-A、TMT-B、TMT-B-A）、FIM、CBAなどで神経認知機能とADL関連機能を評価し、血清BDNFを測定した。群間比較に加え、BDNFについては年齢およびMMSEを共変量として調整解析を行った。

主な結果：CO群では、対照群に比べてMMSEが低く、TMT-A、TMT-B、TMT-B-Aの所要時間が延長し、運動FIM、認知FIM、CBAも低値であった。血清BDNFはCO群で低く、年齢とMMSEで調整後も有意な群差が認められた。これらの結果から、慢性CO中毒後遺症患者では、高齢期においても認知機能低下や注意・遂行機能障害が持続し、血中BDNF低下がその病態を反映する可能性が示唆された。

意義：血中BDNFは、慢性CO中毒後遺症における神経可塑性や神経認知機能障害を反映する候補バイオマーカーとして位置づけられる可能性がある。高次脳機能障害の客観的把握や経過観察、介入効果判定に応用できる可能性を示した点に意義がある。

限界：少数例の横断研究であり、因果関係や経時的変化は判断できない。また、男性中心の限られた集団であり、一般化には注意が必要である。

5－2．炭鉱災害から60年後の一酸化炭素中毒長期後遺症を有する高齢者における血清メタボロームプロファイル：横断研究

掲載誌：Metabolites 16(2):126, 2026

著者：Eriko Baba, Hiroo Matsuse, Ryuki Hashida, Norika Matsukuma, Yuji Maki, Masayuki Omoto, Yoshio Takano, Makiko Motooka, Hiromichi Motooka

研究目的：三池三川炭塵爆発事故から約60年後の慢性CO中毒後遺症患者において、血清メタボロームの変化がなお検出されるかを検討し、慢性期病態に関連する代謝シグネチャーを探索すること。併せて、血清BDNFとの関連も検討すること。

対象・方法：75歳以上のCO中毒後遺症患者14名と非被災の元炭鉱労働者16名を対象とした横断研究である。血清のメタボローム解析を実施し、群間比較にはWelchのt検定を用いた。感度分析として年齢マッチング後の比較も行い、BDNFについては年齢とMMSEを調整した解析を追加した。認知機能、CBA、LSAなどの臨床指標との関連も探索的に検討した。

主な結果：CO群では、valine、alanine、betaineが高値で、3-hydroxybutyric acid、inosine、hypoxanthineが低値であった。これらの方向性は年齢マッチング後も概ね一致し、慢性CO中毒後遺症に特徴的な血清代謝プロファイルが示された。臨床指標との単純相関では、alanineや3-hydroxybutyric acid、hypoxanthineなどとFIM-cognitive、CBA、LSAとの関連がみられたが、群を調整すると多くは減弱した。血清BDNFは未調整では低値傾向で、年齢およびMMSE調整後に有意な低下を示した。

意義：慢性CO中毒後遺症では、アミノ酸代謝の上昇とケトン体・プリン代謝関連物質の低下を伴う代謝再編が長期に持続している可能性が示された。これは、慢性的なエネルギー代謝異常や代謝柔軟性低下を示唆し、BDNF低下とあわせて病態把握や将来のバイオマーカー探索に重要な基盤情報となる。

限界：探索的な少数例研究であり、多重比較補正後に確定的とはいえない結果を含む。CE-MSは極性代謝物の評価に適した手法である一方、脂質関連代謝の評価には限界があり、全身代謝異常の全体像を完全に示すものではない。

5－3．総括

これら2報は、慢性CO中毒後遺症患者において、神経認知機能低下や活動性低下と関連しうる血中BDNF低下、および長期に持続する代謝異常の存在を示した。前者は神経可塑性・機能状態の指標、後者は生体エネルギー代謝異常の指標として位置づけられ、今後の予後予測や介入研究における評価指標候補として重要である。

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

CO 中毒による高次脳機能障害患者に特徴的なバイオマーカーと
包括的リハビリテーションアプローチ・支援モデルに関する研究

研究分担者 高野吉朗 大阪芸術大学短期大学部

研究要旨

身体機能評価

研究分担者

大阪芸術大学短期大学部
准教授 高野吉朗

A. 研究目的

認知機能障害を有する高齢者 (CO 中毒後遺症患者含む) に対し、有酸素運動と認知課題の同時実施 (デュアルタスク) の即時効果を、血液、身体機能、認知機能の介入前後変化から検討する。

B. 研究方法

有酸素運動単独と有酸素運動＋認知課題の 2 条件を、ランダム化 2 × 2 クロスオーバーデザインで実施した。各介入の前後で、血液検査、TUG、重心動揺、TMT-A・B を評価し、前後変化を解析した。(倫理面への配慮)

研究への参加同意は口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得た。本人同意が困難な場合は家族等の代諾者から同意を得た。

C. 研究結果

少数例での途中解析では、有酸素運動単独後に TMT-A の短縮を認め、デュアルタスク後には TUG の延長を認めた。短期採血では一部代謝指標に変化を認めたが、探索的所見にとどまった。

D. 考察

途中解析では、有酸素運動単独で TMT-A 短縮を認めたことから、単純な有酸素運動でも注意機能に即時的好影響を

及ぼす可能性が示唆された。一方、デュアルタスク後の TUG 延長は、認知課題付加による負荷増大や疲労が身体機能に表出した可能性を示す。また、両介入で一部代謝指標に変化を認めたことは、介入条件により生体反応が異なる可能性を示唆する。ただし、本結果は少数例での途中解析であり、名目上有意差にとどまる所見が中心であるため、介入効果を結論づける段階ではない。今後は症例を増やし、反応性の再現性を検証する。

E. 結論

少数例での途中解析では、有酸素運動単独で注意機能改善の可能性が示され、デュアルタスクでは一部身体機能と代謝指標の変化が認められた。現時点では探索的知見であり、今後の症例追加と解析継続による検証が必要である。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

該当なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

資料6. デュアルタスク前後の変化

※介入A：有酸素運動＋認知課題、介入B：有酸素運動のみ

略語

CO, carbon monoxide; TUG, Timed Up and Go test; TMT, Trail Making Test; LNG, length of sway path; REC, rectangular area; CR-REC, closed/open ratio of rectangular area

CO群

身体機能（介入A 前後）

項目	ID1904 前	ID1904 後	ID1907 前	ID1907 後	ID1906 前	ID1906 後
LNG	40.4	32.6	-	-	16.75	14.3
REC	7.9	7.05	-	-	2.85	1.1
CR-REC	287.5	280.2	-	-	94.45	50
TUG	6.02	5.71	-	-	7.73	7.04

身体機能（介入B 前後）

項目	ID1904 前	ID1904 後	ID1907 前	ID1907 後	ID1906 前	ID1906 後
LNG	29.65	38.1	101.25	135.9	20.55	15.65
REC	2.55	5.85	33.75	54.05	1.55	0.65
CR-REC	204.8	269.05	215.6	239.5	50.9	60.5
TUG	5.78	5.78	10.59	11.11	8.28	7.81

血液データ（介入A 前後）

項目	ID1904 前	ID1904 後	ID1907 前	ID1907 後	ID1906 前	ID1906 後
乳酸	8.4	13.9	-	-	7.7	7.5
アセト酢酸	13	22	-	-	7	36
3-ヒドロキシ酪酸	12	18	-	-	11	133
総ケトン体	25	40	-	-	18	169
IL-6	4	3.7	-	-	1.4	1.5
グルコース	130	117	-	-	75	82
Taurine	58.2	55.7	-	-	62.9	48.9
Aspartic acid	2.1	2.7	-	-	TR	TR
Hydroxyproline	13.7	14.7	-	-	TR	TR
Threonine	124.7	112	-	-	148.8	120.5
Serine	118.1	130.5	-	-	103.3	95.2
Asparagine	43.1	42.4	-	-	56.5	44.3
Glutamic acid	37.1	61.7	-	-	24	16.8
Glutamine	561	560.1	-	-	618.4	611.2
Sarcosine	ND	ND	-	-	TR	ND
α -Aminoadipic acid	ND	ND	-	-	ND	ND
Proline	227.1	197	-	-	195.7	150
Glycine	359.9	354.2	-	-	257.8	219.4
Alanine	537.2	479.2	-	-	538.6	379.4
Citrulline	22.1	22.4	-	-	41.7	43.8
α -Aminobutyric acid	23.2	22.1	-	-	14.9	12.8
Valine	261.1	257	-	-	184.6	167.8
Cystine	26.3	22.9	-	-	38.1	26.1
Cystathionine	ND	ND	-	-	TR	ND
Methionine	20.4	18.7	-	-	23.8	21.2
Isoleucine	91.4	83.1	-	-	63.3	64.5
Leucine	131.6	118.8	-	-	98.4	99.5
Tyrosine	61.7	58.8	-	-	59.4	52.5
Phenylalanine	52.6	56	-	-	58.6	56.2

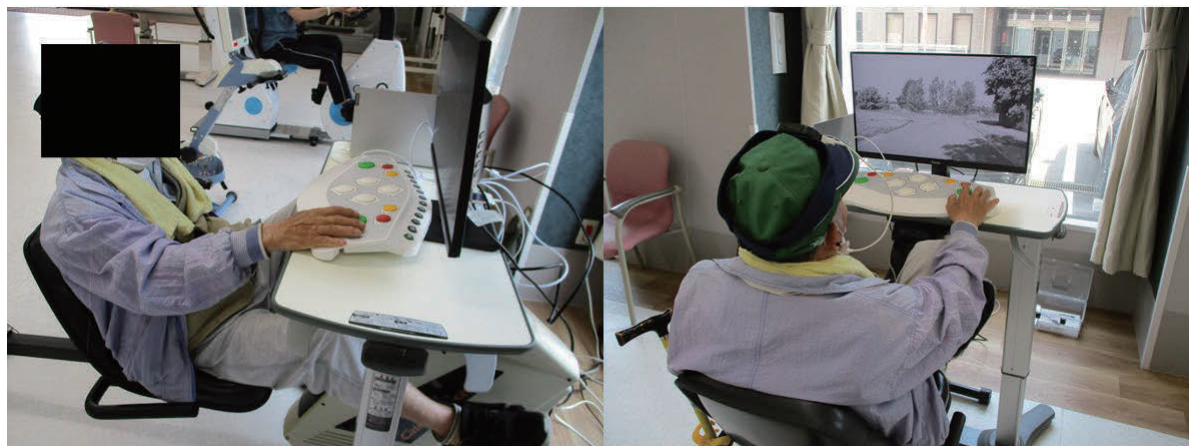
項目	ID1904 前	ID1904 後	ID1907 前	ID1907 後	ID1906 前	ID1906 後
γ -Amino β -hydroxybutyric acid	ND	ND	-	-	ND	ND
β -Alanine	TR	TR	-	-	TR	TR
β -Amino-iso-butyric acid	ND	ND	-	-	ND	ND
γ -Aminobutyric acid	ND	ND	-	-	ND	ND
Monoethanolamine	6.1	5.2	-	-	6.4	6.1
Homocystine	ND	ND	-	-	ND	ND
Histidine	86.7	84.6	-	-	74.2	70.5
3-Methylhistidine	TR	4	-	-	TR	4
1-Methylhistidine	4.8	4.3	-	-	ND	ND
Carnosine	ND	ND	-	-	ND	ND
Anserine	ND	ND	-	-	ND	ND
Tryptophan	42.1	37.7	-	-	47.2	34.7
Hydroxylysine	ND	ND	-	-	ND	ND
Ornithine	70.4	61	-	-	112.8	79.9
Lysine	178.3	166.7	-	-	175.9	155.3
Arginine	79.2	75.1	-	-	94	98.6
Total AA	3197.2	3066.6	-	-	3078	2660.3
NEAA	2208.3	2132	-	-	2203.2	1870.1
EAA	988.9	934.6	-	-	874.8	790.2
BCAA	484.1	458.9	-	-	346.3	331.8
EAA/NEAA	0.45	0.44	-	-	0.4	0.42
BCAA/Total AA	0.15	0.15	-	-	0.11	0.12
フィッシャー比	4.24	4	-	-	2.93	3.05

血液データ（介入 B 前後）

項目	ID1904 前	ID1904 後	ID1907 前	ID1907 後	ID1906 前	ID1906 後
乳酸	6.5	7.4	3.3	4.5	6.1	7.3
アセト酢酸	11	12	16	24	9	27
3-ヒドロキシ酪酸	13	14	23	53	33	104
総ケトン体	24	26	39	77	42	131
IL-6	2.5	2.7	2.9	2.8	1	1
グルコース	120	120	100	104	105	108
Taurine	63.8	48.4	57.2	61.1	48.1	41.1
Aspartic acid	2.9	2.3	3.9	2.7	TR	TR
Hydroxyproline	13.1	12.6	10.6	11.4	TR	TR
Threonine	113.6	107.6	174.3	156.9	126.3	134.6
Serine	116.9	111.3	152.5	148.8	103.4	106
Asparagine	41.1	41.9	68.1	70.4	42.6	45.3
Glutamic acid	56.8	55.8	29.3	22.3	18	13.3
Glutamine	577	592	652.5	645.7	579.2	589.9
Sarcosine	ND	ND	TR	TR	ND	ND
α -Aminoadipic acid	ND	ND	TR	2.7	ND	ND
Proline	169.6	149.6	175.2	168.3	151.3	163.2
Glycine	386.3	396.8	277.7	251.5	215.1	216
Alanine	489.5	444.4	493.8	488.7	394.5	354
Citrulline	21.6	24.5	31.5	36.4	34.6	39.7
α -Aminobutyric acid	18.7	17	16.9	17.6	25.1	24.5
Valine	214.2	207.8	370.7	344.6	202.3	196.1
Cystine	27.8	28.4	26.4	28.4	41.1	42.7
Cystathionine	ND	ND	ND	TR	ND	ND
Methionine	20.7	19.1	43.9	40.1	27.8	25.5
Isoleucine	71.7	68.5	132	119.2	60.7	59
Leucine	100.8	100.7	226.8	196.2	129.2	120.9

項目	ID1904 前	ID1904 後	ID1907 前	ID1907 後	ID1906 前	ID1906 後
Tyrosine	46.2	46.5	109.9	111	55.8	55.1
Phenylalanine	50.4	51.7	98.8	90.5	59.9	58.9
γ -Amino β -hydroxybutyric acid	ND	ND	ND	ND	ND	ND
β -Alanine	TR	TR	9.8	8.4	TR	TR
β -Amino-iso-butyric acid	TR	ND	ND	ND	ND	ND
γ Aminobutyric acid	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Monoethanolamine	5.6	5.9	9.4	9.9	6.8	6.3
Homocystine	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Histidine	82.5	79.5	79.9	90.6	75.1	78
3-Methylhistidine	TR	TR	6.7	7.1	4.6	4.2
1-Methylhistidine	ND	ND	30.6	28.9	4.1	TR
Carnosine	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Anserine	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tryptophan	39.6	36.3	91.2	81	48.4	45.9
Hydroxylysine	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ornithine	62.8	57.1	116.3	114.4	86.4	67.3
Lysine	165.9	165.4	346	294.1	166.3	175
Arginine	56.4	58.9	156.5	155.5	76.8	101.3
Total AA	2978.1	2894.5	3951.7	3754.4	2751.6	2733
NEAA	2118.7	2057.9	2388.1	2341.2	1855.6	1839.1
EAA	859.4	836.6	1563.6	1413.2	896	893.9
BCAA	386.7	377	729.5	660	392.2	376
EAA/NEAA	0.41	0.41	0.65	0.6	0.48	0.49
BCAA/Total AA	0.13	0.13	0.18	0.18	0.14	0.14
フィッシャー比	4	3.84	3.5	3.28	3.39	3.3

コグニサイズ実施風景



対象群

身体機能（介入 A 前後）

項目	ID2232 前	ID2232 後	ID2220 前	ID2220 後
LNG	32.75	27.55	38.55	35.15
REC	5.85	3.25	4.75	3.75
CR-REC	173.15	219.9	64.75	50.15
TUG	8.81	8.43	7.88	7.32

身体機能（介入 B 前後）

項目	ID2232 前	ID2232 後	ID2220 前	ID2220 後
LNG	35.4	33.8	32	34.4
REC	3.95	4.6	2.8	4.35
CR-REC	207.7	177.6	29.55	38.15
TUG	7.73	7.73	8.1	8.69

血液データ（介入 A 前後）

項目	ID2232 前	ID2232 後	ID2220 前	ID2220 後
乳酸	11.2	17.7	10.8	16.1
アセト酢酸	9	15	12	21
3-ヒドロキシ酪酸	14	17	11	24
総ケトン体	23	32	23	45
IL-6	0.9	1	2.2	2.3
グルコース	120	104	89	77
Taurine	59.4	58.1	32.8	32.7
Aspartic acid	2	2.2	2.8	3.1
Hydroxyproline	23.4	22.2	TR	TR
Threonine	193	188.3	105	104.4
Serine	105.3	93.5	103.5	101.8
Asparagine	58.9	57	46.9	44.1
Glutamic acid	20.1	28.8	32.5	58.8
Glutamine	532.4	533.1	488.7	466.1
Sarcosine	ND	ND	ND	ND
α -Aminoadipic acid	ND	ND	ND	ND
Proline	124	134.7	154.2	153.8
Glycine	298.5	286.6	183	176.1
Alanine	437	478.9	396.7	381
Citrulline	34.6	36.6	19.3	25.6
α -Aminobutyric acid	19.6	18.1	17.3	16.7
Valine	204.9	197.2	197.9	186.3
Cystine	37	32.7	29.5	26.1
Cystathionine	ND	ND	ND	ND
Methionine	26.4	27	17.3	15.9
Isoleucine	54.7	57.2	57.7	58.9
Leucine	90	91.1	85.8	87.4
Tyrosine	60.6	60.3	48.2	44.2
Phenylalanine	61.7	65.8	51.9	49.8
γ -Amino β -hydroxybutyric acid	ND	ND	ND	ND
β -Alanine	TR	TR	TR	TR
β -Amino-iso-butyric acid	4.1	3.9	ND	ND
γ -Aminobutyric acid	ND	ND	ND	ND
Monoethanolamine	6.6	5.8	6	5.6
Homocystine	ND	ND	ND	ND
Histidine	76.1	71.1	73.2	63.2
3-Methylhistidine	5.4	5.2	4.2	4.1
1-Methylhistidine	TR	TR	6.5	6.3
Carnosine	ND	ND	ND	ND
Anserine	ND	ND	ND	ND
Tryptophan	52	54.6	44	39.4
Hydroxylysine	ND	ND	ND	ND
Ornithine	104.5	88.5	80.3	68.5
Lysine	202.1	189.2	137.1	123.2
Arginine	114.3	106.5	51.8	46.3
Total AA	2954.9	2944.2	2450.8	2367.1
NEAA	1994	2002.7	1680.9	1638.6

項目	ID2232 前	ID2232 後	ID2220 前	ID2220 後
EAA	960.9	941.5	769.9	728.5
BCAA	349.6	345.5	341.4	332.6
EAA/NEAA	0.48	0.47	0.46	0.44
BCAA/Total AA	0.12	0.12	0.14	0.14
フィッシャー比	2.86	2.74	3.41	3.54

血液データ (介入 B 前後)

項目	ID2232 前	ID2232 後	ID2220 前	ID2220 後
乳酸	8.5	22.2	7	11.2
アセト酢酸	14	18	57	45
3-ヒドロキシ酪酸	10	22	74	66
総ケトン体	24	40	131	112
IL-6	0.8	1	17.5	18.5
グルコース	120	100	108	104
Taurine	56.4	59.4	42.4	42.6
Aspartic acid	2.6	2.3	2.9	2.3
Hydroxyproline	21.7	20.7	ND	ND
Threonine	180.8	161.2	74.1	69.4
Serine	106	99.3	101.5	92.4
Asparagine	63.3	61.5	38.3	36.8
Glutamic acid	18.6	23.8	65.9	50.4
Glutamine	545	563.1	446.1	473.7
Sarcosine	TR	TR	ND	ND
α -Aminoadipic acid	ND	ND	TR	TR
Proline	149.7	146	103.5	98.5
Glycine	301	285.4	120.9	119.3
Alanine	462.3	519.4	278	295.6
Citrulline	38.1	40.4	24.6	22.2
α -Aminobutyric acid	21	18.7	26.6	25.8
Valine	202.4	199.6	223.5	202.3
Cystine	29.9	33.1	33.3	39.6
Cystathionine	ND	ND	ND	ND
Methionine	24.7	26.6	16.6	18.8
Isoleucine	55.5	65.1	63.8	65
Leucine	92.5	99.6	115.6	120.2
Tyrosine	71.1	73.5	51	53.5
Phenylalanine	66.8	69.9	80.7	81.2
γ -Amino β -hydroxybutyric acid	ND	ND	ND	ND
β -Alanine	5	4.7	TR	TR
β -Amino-iso-butyric acid	3.6	3.8	ND	ND
γ -Aminobutyric acid	ND	ND	ND	ND
Monoethanolamine	6.2	5.8	6.5	6.3
Homocystine	ND	ND	ND	ND
Histidine	72.7	74.8	64.8	70.2
3-Methylhistidine	5	5	4.6	5
1-Methylhistidine	7.2	8	ND	ND
Carnosine	ND	ND	ND	ND
Anserine	ND	ND	ND	ND
Tryptophan	51.7	53.4	45.9	41.3
Hydroxylysine	ND	ND	ND	ND
Ornithine	85.6	68.9	70.7	55.7
Lysine	210.5	225.5	104.7	95.1
Arginine	127.7	142.2	39.5	45.9
Total AA	3027.1	3107	2212.9	2197
NEAA	2069.5	2131.3	1423.2	1433.5
EAA	957.6	975.7	789.7	763.5
BCAA	350.4	364.3	402.9	387.5
EAA/NEAA	0.46	0.46	0.55	0.53
BCAA/Total AA	0.12	0.12	0.18	0.18
フィッシャー比	2.54	2.54	3.06	2.88

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の 編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ
該当なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
該当なし					