

【原著】

台風災害に起因した一酸化炭素中毒患者多発時における高気圧酸素治療の選択基準と治療法について

大橋正樹, 鈴木信哉
亀田総合病院 救命救急センター

【要約】

2019年千葉県市付近に上陸した『令和元年房総半島台風』に起因する停電による屋内での発電機使用が原因となった急性一酸化炭素(CO)中毒3グループ・9症例を経験した。遅発性脳症(Delayed neuropsychiatric sequelae: DNS)予防のために、①意識消失 ②神経学的症候 ③心筋障害 ④アシドーシス ⑤曝露時間 ⑥年齢 ⑦発見時推定血中COヘモグロビン濃度を基に高気圧酸素治療(HBO)の適応と考えられた症例に対する初回治療では、治療圧2.8ATAで90分(30分×3回)のHBOを施行した。また①意識消失 ②6時間以上の曝露時間もしくは曝露開始から12時間以上経過 ③心筋障害のいずれかがある場合は、複数回HBOを行うこととし、2回目以降のHBOは治療圧2.4ATAで90分(30分×3回)施行した。対応した3グループ全ての患者にDNSの発症はなかった。急性CO中毒の患者選択基準と治療法についてはDNS予防に注視して今後も症例を重ねて評価して逐次改定してゆく必要がある。

キーワード

遅発性脳症, 携帯発電機, 一酸化炭素ヘモグロビン

【Original】

Study on selection criteria and protocols for hyperbaric oxygen therapy to many patients with carbon monoxide poisoning due to typhoon disastersMasaki Ohashi, Shinya Suzuki
Kameda Medical Center, Emergency and Trauma Center

【abstract】

We studied clinical manifestations and outcomes in nine patients with acute carbon monoxide (CO) poisoning caused by indoor use of electric generators during the Boso Peninsula Typhoon that made landfall near Chiba City in 2019. To prevent delayed neuropsychiatric sequelae (DNS), we recommend hyperbaric oxygen therapy (HBO) based on loss of consciousness, neurological symptoms, myocardial damage, acidosis, exposure time, age, and the estimated blood CO hemoglobin concentration at the time of patient rescue. The initial HBO protocol was 90 minutes (30 minutes of oxygen, three times) at 2.8 ATA for all patients. In addition, if patients had presence of 1) loss of consciousness, 2) an exposure time of 6 hours or more, or 12 hours or more from the start of exposure, or 3) myocardial damage, additional HBO treatments were conducted. No patients developed DNS. Patient selection criteria and treatment methods for acute CO poisoning need to be revised as time goes on, with a focus on DNS prevention and repeated evaluations of cases.

Keywords

delayed neuropsychiatric sequelae, portable generator, carboxyhemoglobin

【緒言】

2019年9月8日から9日にかけて関東を襲った台風15号（令和元年房総半島台風）は、9日午前5時頃千葉市付近に上陸した。関東地方に上陸したものでは、観測史上最強クラスの勢力（最大瞬間風速57.5m/秒）であり、各地域に甚大な被害を出した。併せて広い地域で電気をはじめとするインフラが遮断され、停電を解消するために、車庫内や屋内で発電機を使用する組織や家庭が多くみられ、屋内での発電機使用に伴う急性一酸化炭素（CO）中毒事例として3グループ（計9名）を経験した。

急性CO中毒例には血液中のCOヘモグロビン（COHb）を減少させ組織の低酸素状態を改善させる目的で高流量の酸素が投与されるが、臨床症状は一旦改善するものの、遅発性脳症（delayed neuropsychiatric sequelae：DNS）を発症する場合がある¹⁾。DNRの予防に高気圧酸素治療（hyperbaric oxygen therapy：HBO）が推奨されているが患者選択基準及び最適の治療圧や治療回数は確定していない^{1,2)}。そのため一時期に多数の急性CO中毒事例が発生した場合は、HBOをうけるべき症例を選択して適切に治療する必要がある。

今回我々が経験した台風被害による急性CO中毒患者多発事例において当院の選択基準と治療プ

ロトコールで対処を試みた結果を報告する。

【方法】

1. 患者選択基準と治療法

高気圧酸素治療が必要な急性CO中毒患者の選択基準として表1に示す。COHbは発見時に高値であっても救急搬送時の高濃度酸素投与により減少することから、COHbの半減期を80分として、初診時の血液ガス分析値から発見時の推定COHb（初期推定COHb：ieCOHb）を算出して高濃度CO曝露の程度を判断するのに用いた。ieCOHbは以下の計算で算出した。酸素が投与されず空気呼吸の場合のCOHbの半減期は320分とした¹⁾。

$$\text{ieCOHb}(\%) = (\text{測定COHb}) / (0.5^{t/[T1/2]}) \quad t: \text{吸入時間, T1/2: COHbの半減期}$$

適応と考えられた症例に対する初回治療は、治療圧2.8ATAで90分（30分×3回、エア・ブレイクと加減圧を含め130分）のHBOを施行した。複数回の治療が必要な症例には、2回目以降治療圧2.4ATAで90分（30分×3回、エア・ブレイクと加減圧を含め130分）のHBOを施行した。

2. 高次脳機能検査

今回の台風災害での発電機を使用した急性CO中毒の各グループについて、精神状態短時間検査一

表1. 高気圧酸素治療の患者選択基準

I	以下の3条件を満たし急性CO中毒と診断される必要がある。 ・高濃度COに曝露されていた。 ・非喫煙者でieCOHbが3%以上、喫煙者で10%以上 ・急性CO中毒に矛盾しない症状がある。
II	下記のいずれかがあった場合にHBOを行う。 ①一過性もしくは遷延性の意識消失 ②異常な神経学的症候 ③心筋障害 ④重度のアシドーシス ⑤高濃度CO曝露が6時間以上もしくは曝露開始から12時間以上経過 ⑥60歳以上 ⑦ieCOHbが25%以上 ①③⑤のいずれかがある場合は複数回のHBOを行う。

改訂日本版 (Mini-Mental State Examination-Japanese : MMSE-J) を2週間後, 2ヵ月後に再評価し, DNS 発症のスクリーニングを実施した。

【結果】

当院で受け入れた発電機使用に伴う急性 CO 中毒患者は3グループ (A : 4名, B : 2名, C : 3名) で合計9名 (男性7名, 女性2名) であった。内訳を表2に示す。

1. グループ A

9月9日に施設で4名が発症した。04:49大型の発電機を車庫内で始動させ, 事務所から車庫に通じるドアは開放して4名が事務所にいた。06:20大型発電機が停止したが, 停止前に事務所で執務中の4人は眩暈を感じ, 06:49に小型発電機が始動されたが, その操作を見ている間に事務所にい

た4名全員が意識消失したとのことであった。交代勤務で出勤した職員により意識不明の4名が発見され, 08:01高濃度酸素マスクにて15L/分の酸素吸入が開始され, 救急搬送中に4名とも意識が回復し08:23当院救急外来へ救急搬送された。

4名ともieCOHbが25%以上で1時間程度の意識消失があったため, 3日間連続で計3回のHBOを行った。内容は, 第1日に治療圧2.8ATAで30分の酸素呼吸を3回行い加減圧時間含めて130分のHBO, 第2日と第3日に治療圧2.4ATAで30分の酸素呼吸を3回行い加減圧時間含めて130分のHBOをそれぞれ実施した。高濃度CO曝露2週間後及び2ヵ月後のMMSE-Jによる評価ではA4は2週間後29/30点(遅延再生で減点1)であったが, その後の他疾患の定期外来受診でDNSを窺わせる所見はなかった。

表2. 高濃度一酸化炭素曝露事例

発生場所	グループA				グループB		グループC			
	施設				自宅		自宅			
発電機種類	大型発電機				携帯発電機		携帯発電機			
症例	A1	A2	A3	A4	B1	B2	C1	C2	C3	
性別	男	男	男	男	女	男	男	女	男	
喫煙習慣	-	-	なし	あり	なし	なし	なし	なし	なし	
年齢	19	20	27	45	51	71	24	52	59	
意識消失	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし	なし	なし	
CO曝露(時間)	2	2	2	2	1	1	2.5	2.5	2.5	
酸素投与時間(分)	26	26	26	26	80	-	14	14	14	
酸素投与量(L/分) (高濃度酸素マスク使用)	15	15	15	15	15	-	10	10	10	
CO-Hb(%)	初期値	39.5	49.4	38.0	43.7	19.6	11.8	30.7	36.7	41.8
	測定値	31.5	39.4	30.3	34.9	9.8	9.9	27.2	32.5	37.0
血圧(mmHg)	123/85	118/59	121/64	132/84	125/84	131/75	123/78	141/61	138/98	
心拍数(/分)	118	107	112	97	76	64	85	61	69	
呼吸数(/分)	14	20	22	25	20	14	12	12	16	
SpO ₂ (%)	98	97	98	96	99	100	98	100	99	
pH	7.405	7.433	7.403	7.406	7.467	7.435	7.386	7.416	7.493	
Lactec (mmol/L)	4.3	3.5	7.9	4.8	1.6	1.2	1.5	1.7	2.6	
CK (U/L)	120	154	145	210	144	-	-	-	123	
CRP (mg/dL)	0.02	0.03	1.15	0.06	0.41	-	-	-	-	
WBC (/μL)	12600	11700	16200	7100	12000	-	-	-	11400	
CO曝露後HBO開始 までの時間	1時間	1時間	1時間	1時間	-	-	5時間	5時間	5時間	
	24分	24分	24分	24分	-	-	36分	36分	36分	
CO曝露はじめてから HBO開始までの時間	3時間	3時間	3時間	3時間	-	-	8時間	8時間	8時間	
	24分	24分	24分	24分	-	-	6分	6分	6分	
HBO(回)	3	3	3	3	-	-	1	1	1	
MMSE-J /30	1日後	30	30	30	30	30	-	-	-	
	14-16日後	30	30	-	29	-	-	30	28	
	60日後	30	30	-	-	-	-	30	30	

(- : 実施せず。)

2. グループ B

9月10日に自宅で夫婦2名が高濃度COに曝露されたと推定される事例が発生した。19:00に携帯発電機を廊下で使用開始した。窓は開けて廊下と通じている部屋で作業をしていた。20:00妻(B1)が息苦しさと眩暈を自覚した。20:30に床に就くが、手足の痺れと呼吸困難が増悪したため、20:50救急要請した。21:19救急隊接触時に妻は頭痛、嘔気、呼吸苦、両四肢の痺れを訴えており、血圧137/79mmHg、脈拍107拍/分、呼吸数24回/分、JCS II-10、GCS E3V5M6にて高濃度酸素マスクで15L/分の酸素投与が開始されて搬送となったが、夫(B2)は飲酒していたせい、特に自覚症状がなかった。

B1はCO中毒症状があるもののieCOHbが19.6%であり表1に示すHBO適応基準を満たさないためHBOは必要ないと判断して高濃度酸素投与(酸素15L)を継続し、7時間後にCOHbが0.5%となり酸素投与を終了した。B2についてはCO中毒症状がないものの非喫煙者にもかかわらずCOHbが9.9%と高値であるため、高濃度COに曝露されているのは明らかであることから高濃度酸素投与を開始し、7時間後のCOHbは1.4%となり、酸素吸入を終了した。1日経過観察し、MMSE-Jが30/30で満点であることから帰宅とした。認知機能障害が出た場合には再診するように説明したが、2週間後の予約外来時にも来院はなかった。B2についてはその後毎年ドック健診を受けていて異常はないことが確認されている。

3. グループ C

9月11日に自宅で家族3名が発症した。19:00自宅1階のサンルームで携帯発電機の使用を開始した。サンルームから他の部屋とは1mほど扉が開いた状態でつながっており、基本的には家族3人は2階にいたが、コードが入るくらいのスペースがある状態で1階との交通はあった。父親(C3)は1階と2階を行き来していた。21:30頃から父親は眩暈および嘔吐頻回に認められたため21:40救急要請されたが、妻(C2)・息子(C1)にも頭痛・眩暈症状あり、合わせて3名が高濃度酸素マスク

にて10L/分の酸素を吸入しながら前医へ搬送された。22:54の血液ガス検査にてCOHbがいずれも25%以上であったため急性CO中毒の診断でHBO目的に当院へ紹介となった。

3名ともにieCOHbは30%を越えていたが、いずれも意識消失や心筋障害はなく曝露開始からHBOまで8時間ほどで曝露時間も2.5時間程度であったためHBOを1回実施して経過観察後に帰宅とした。2週間後の外来診察ではC3はMMSE 28/30点(計算と遅延再生でそれぞれ減点1)であったが、2ヵ月後の外来診察では30/30点へ回復していた。

【考察】

COは無色、無臭、無刺激性で、空気よりも僅かに軽い(相対比重0.967)気体であるが、内燃機関を有する機械の稼働による排気ガスに多く含まれる。台風災害で停電となったときの非常用電源としてガソリンやガスを燃料とする携帯発電機を使用することがある。携帯発電機は30,000から40,000ppm程度のCOを排出し、19.84m³(6畳程度)の室内で24時間換気(0.5回/時)の条件で使用した場合、エンジンを始動してから10分前後で室内CO濃度は2000ppmに達する^{3,4)}。そのため室内をはじめ換気の悪いところでは発電機を使用しないように取扱説明書に警告として記載されている。

しかしながら、台風やハリケーンなど風雨が強いときでは屋外での使用は困難なことが多いこと、あるいは通常使わない機器であることから使用法を知らないまま誤って使用されることがあり、急性CO中毒事故が時にみられている⁵⁻¹⁰⁾。米国からの報告ではハリケーン上陸後3日以内に急性CO中毒の発生が集中する傾向をもつが⁵⁾、我々の例でも台風上陸直後の3日間で3グループ9名の高濃度CO曝露事例があった。グループAは強烈な風が吹き付ける状況で職務上電源確保が必至であったことから車庫内での使用を余儀なくされての事故であった。

このように短期間に多数の急性CO中毒患者を

受け入れる際には HBO が必要であるか適切に判断することが求められる。すなわち急性 CO 中毒に対する HBO の役割を明確にして治療対象となる患者の選択基準を設定することが必要となる。

大気圧下での高濃度酸素マスクによる酸素投与では得られない HBO の効果としては、脳皮質内ミトコンドリア cytochrome c oxidase の酸化レベルの回復¹¹⁾、脳組織の脂質過酸化の抑制¹²⁾、脳微小血管の Myeloperoxidase 及び Xanthine oxidase 活性の抑制¹³⁾、接着分子である β_2 -integrin 機能を抑制して好中球の接着を阻害することにより CO によって脱髄へと進む炎症の抑制^{14,15)} であり、これにより DNS の発症を低く抑えることが期待できる¹⁶⁾。高濃度酸素マスクでは得られないこれらの効果は 3ATA あるいは 2.8ATA の酸素投与で著明にみられ 2ATA の酸素投与ではその中間の効果が得られていること¹²⁻¹⁴⁾ から、2.5 から 3.0ATA の治療圧が推奨されている²⁾。そのため我々も初回治療では 2.8ATA、2 回目からは 2.4ATA の治療圧で HBO を行っている。

Hampson ら¹⁾は HBO のゴールは DNS 発症を抑えることであるとして、現在のところ完全に明確ではないものの HBO が必要な条件として、意識消失、心虚血性変化、神経障害、著明な代謝性アシドーシスもしくは COHb > 25% を挙げている。この COHb について Weaver²⁾は、一過性もしくは遷延する意識障害、神経学的所見、心血管障害もしくは重症アシドーシスがある急性 CO 中毒症例には COHb の値に関わらず HBO を実施すべきとしている。

高濃度 CO 曝露により高くなった COHb は高濃度 CO 曝露がなくなると時間経過とともに減少する。救急搬送中の酸素投与は COHb の減少が促進されるため収容の医療施設での血液ガス検査時の COHb 値と重症度が相関しない要因となっている。そこで高濃度 CO 曝露の程度をできるだけ把握するため今回の検討では救急搬送中の酸素投与時間を考慮して酸素投与中の COHb の半減期を 80 分として救急隊接触時の ieCOHb を算出し、HBO を推奨する条件を ieCOHb \geq 25% とした。

急性 CO 中毒後に DNS を起こすのは 60 歳代と 70 歳代にピークとなる報告^{17,18)} があり疫学的に 60 歳以上は予後が悪いことから 60 歳以上を HBO 推奨条件とした。Weaver ら¹⁹⁾ は、HBO を行わなかった急性 CO 中毒 163 例において DNS を引き起こす危険因子として 36 歳以上の年齢を危険因子として挙げている。今回症例 B1 は非喫煙者であり ieCOHb が 19.6% であること、携帯発電機からの高濃度 CO に曝露され、急性 CO 中毒に矛盾しない症状があることから急性 CO 中毒と診断されたが、年齢が 51 歳であり Weaver らの基準をみたすものの我々の推奨基準が 60 歳以下であったことから HBO を行わずに大気圧下の高濃度酸素投与を行った。一方、B2 においては ieCOHb が 11.8% であったが、急性 CO 中毒症状がなかったため 60 歳以上であったが HBO を実施しなかった。B1 に DNS の発症はなかったが、今後とも HBO 推奨基準として 60 歳以上のままでよいかあるいは 36 歳以上にすべきか症例を重ねて検討する必要がある。

Watanabe ら²⁰⁾ は、1,000ppm の CO に 40 分の曝露のあとに 3,000ppm の CO に 20 分曝露したラットの脳海馬組織に軽度の軸索障害としてミエリン塩基性タンパクの変化と軸索損傷で誘発される軸索内神経フィラメントのリン酸化を認めているが、曝露終了後 90 分ですでに変化が始まっていることを報告している。

このことから高濃度 CO 曝露時間と曝露終了から HBO 開始までの時間は DNS 発症の重要なリスク因子であると考えられ、高濃度 CO 曝露後は速やかな HBO が推奨される。そこで我々は高濃度 CO 曝露が 6 時間以上もしくは曝露開始から 12 時間以上経過している場合は DNS 発症を強く警戒すべきものとして複数の HBO を行う基準とした。曝露時間に関して Weaver は、24 時間以上の慢性曝露や典型的な間歇的曝露があったものに適応とし、HBO 治療後も CO 中毒の症状や所見があれば追加の HBO (曝露後 2 週間以内の範囲で) を考慮することとしている²⁾。

今回我々は、意識消失、神経学的症候、心筋障

害, アシドーシス, 曝露時間, 年齢, ieCOHb の 7 つ観点から HBO 適応を考慮したが, ①意識消失, ② 6 時間以上の曝露時間もしくは曝露開始から 12 時間以上経過, ③心筋障害のいずれかがある場合は, 複数回の HBO を行うこととした。A グループ及び C グループともに ieCOHb は高値であるが両グループにそれほどの違いはなかったが, 意識消失のあった A グループの 4 名には 3 回の HBO を行い, C グループの 3 名においては高濃度 CO 曝露時間や HBO 開始までの時間が複数回を考慮する基準に達しないことから一回の HBO のみとした。いずれのグループもその後 DNS の発症は認められていない。

Fujitaらの多施設共同前向き観察研究では, 日本では急性 CO 中毒の治療は確立されておらず, プロトコル作成が必要だと述べており²¹⁾, また DNS 予防においてプロトコルの一定していない HBO の有用性は示されなかったとも述べている²²⁾。

急性 CO 中毒は火災や各種燃料の燃焼など発生源により CO 濃度レベル, 濃度変化, 曝露時間に大きなばらつきがあり, 他の有害物質や熱などによる影響も考慮に入れる必要がある場合もあり, 病態は単純ではなくかなりの幅をもっているため, HBO の効果についての評価が複雑となっている。そのため, 高気圧酸素治療の DNS 予防効果を見るためには CO 曝露条件や病態をある程度揃えて検討する必要があると考えられる。

本論文では非常用発電機の屋内使用による急性 CO 中毒例を対象としており, CO 曝露条件が限定され, 更に他の有害物質や熱傷がないことから, CO 曝露条件や病態がある程度揃えられていると考えられるが, 今回我々が提案した患者選択基準と治療法により DNS の発症はなく有用性が示唆されており, 今後の症例蓄積が望まれる。

当院では広範囲多岐の急性 CO 中毒症例に対応しているが, 今後とも CO 曝露条件や病態を揃えて HBO の有効性について分析評価を継続して行きたいと考えている。

【結語】

現在急性 CO 中毒に対する HBO の患者選択基準及び治療プロトコルは確定していない。今回我々は急性 CO 中毒に対する HBO の役割として DNS を予防することとして, 患者選択基準と治療法の設定を試み, 風水災害時に多発した急性 CO 中毒例への検討では DNS の発症はなく有用である可能性が示唆された。今後も症例を重ねて評価して必要に応じて逐次改定していくこととしたい。

本論文の要旨は 2021 年に開催された第 55 回日本高気圧環境・潜水医学会学術総会の一般演題にて発表した。本論文の発表に関して開示すべき利益相反関係はない。

参考文献

- 1) Hampson NB, Piantadosi CA, Thom SR, Weaver LK: Practice recommendations in the diagnosis, management, and prevention of carbon monoxide poisoning. *Am J Respir Crit Care Med* 2012 ; 186 : 1095-1101.
- 2) Weaver LK: Carbon monoxide poisoning. *Undersea Hyperb Med* 2020 ; 47 : 151-169.
- 3) 厚生労働省東京労働局労働基準部健康課. 建設現場における一酸化炭素中毒防止について.
<https://jsite.mhlw.go.jp/tokyo-roudoukyoku/content/contents/000572913.pdf> (2023.9.16 アクセス)
- 4) 東京都生活文化局消費生活部生活安全課. 発電機・木炭等による一酸化炭素中毒の危険性. 2011.11.
<https://www.shouhiseikatu.metro.tokyo.lg.jp/anzen/test/documents/60lbe100.pdf> (2023.9.16 アクセス)
- 5) Centers for Disease Control and Prevention (CDC): Carbon monoxide poisoning from hurricane-associated use of portable generators - Florida, 2004. *MMWR* 2005 ; 54 : 697-700.
- 6) Centers for Disease Control and Prevention (CDC): Carbon monoxide poisoning after Hurricane Katrina - Alabama, Louisiana, and Mississippi, August-September, 2005. *MMWR* 2005 ; 54 : 996-998.
- 7) Centers for Disease Control and Prevention (CDC): Carbon monoxide poisonings after two major hurricanes - Alabama and Texas, August-October 2005. *MMWR* 2006 ; 55 : 236-239.
- 8) Centers for Disease Control and Prevention (CDC): Carbon Monoxide Exposures After Hurricane Ike -

- Texas, September 2008. *MMWR* 2009 ; 58 : 845-849.
- 9) Fife CE, Smith LA, Maus EA, et al.: Dying to play video games: carbon monoxide poisoning from electrical generators used after hurricane Ike. *Pediatrics* 2009 ; 123 : e1035-e1038.
 - 10) 経済産業省. 携帯発電機の事故事例. 令和2年台風10号発生後事故. ニュースリリースアーカイブ. <https://www.meti.go.jp/press/2022/08/20220826001/20220826001.html> (2023.9.16 アクセス)
 - 11) Brown SD, Piantadosi CA: Recovery of energy metabolism in rat brain after carbon monoxide hypoxia. *J Clin Invest* 1992 ; 89 : 666-672.
 - 12) Thom SR: Antagonism of carbon monoxide-mediated brain lipid peroxidation by hyperbaric oxygen. *Toxicol Appl Pharmacol* 1990 ; 105 : 340-344.
 - 13) Thom SR: Functional inhibition of leukocyte B2 integrins by hyperbaric oxygen in carbon monoxide-mediated brain injury in rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 1993 ; 123 : 248-256.
 - 14) Thom SR, Mendiguren I, Hardy K, et al.: Inhibition of human neutrophil beta2-integrin-dependent adherence by hyperbaric O₂. *Am J Physiol* 1997 ; 272 : C770-C777.
 - 15) Thom SR, Bhopale VM, Fisher D: Hyperbaric oxygen reduces delayed immune-mediated neuropathology in experimental carbon monoxide toxicity. *Toxicol Appl Pharmacol* 2006 ; 213 : 152-159.
 - 16) Weaver LK, Hopkins RO, Chan KJ, et al.: Hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med* 2002 ; 347 : 1057-1067.
 - 17) Choi IS: Delayed neurologic sequelae in carbon monoxide intoxication. *Arch Neurol* 1983 ; 40 : 433-435.
 - 18) Min SK. A brain syndrome associated with delayed neuropsychiatric sequelae following acute carbon monoxide intoxication. *Acta Psychiatr Scand* 1986 ; 73 : 80-86.
 - 19) Weaver LK, Valentine KJ, Hopkins RO: Carbon monoxide poisoning: risk factors for cognitive sequelae and the role of hyperbaric oxygen. *Am J Respir Crit Care Med* 2007 ; 176 : 491-497.
 - 20) Watanabe S, Matsuo H, Kobayashi Y, et al.: Transient degradation of myelin basic protein in the rat hippocampus following acute carbon monoxide poisoning. *Neuroscience Research* 2010 ; 68 : 232-240.
 - 21) Fujita M, Oda Y, Kaneda K, et al.: Variability in Treatment for Carbon Monoxide Poisoning in Japan: A Multicenter Retrospective Survey. *Emerg Med Int* 2018 ; 2018 : e2159147.
 - 22) Fujita M, Oda Y, Kaneda K, et al.: Use of hyperbaric oxygen therapy for preventing delayed neurological sequelae in patients with carbon monoxide poisoning: A multicenter, prospective, observational study in Japan. *PLoS One* 2021 ; 16 : e0253602.