

第Ⅲ部 US-OSHA によるベリリウムの健康影響について

Health Effects	健康影響
<p>Exposure to beryllium via inhalation of airborne beryllium or skin contact with beryllium-containing dust, fume, mist, or solutions can cause health effects. Under OSHA's beryllium standards (29 CFR 1910.1024; 29 CFR 1915.1024; 29 CFR 1926.1024) employers must reduce exposures to airborne beryllium to or below the beryllium PELs through engineering controls to the extent feasible, supplemented by respirators where all feasible controls are not sufficient to reduce exposures to or below the PELs. In addition, personal protective clothing and equipment (PPE) (e.g. gloves, shoe covers) is required when airborne exposures can exceed the PEL or STEL or there is the potential for skin exposure.</p> <p>OSHA also requires employers provide workers with detailed training on the health effects of beryllium. Training must include, among other things: information on the health hazards associated with airborne exposure to and dermal contact with beryllium, including the signs and symptoms of CBD; information on the purpose, proper selection, fitting, proper use, and limitations of personal protective clothing and equipment, including respirators; any protective measures workers can take to protect themselves from airborne or skin exposure to beryllium (including personal hygiene practices); and the purpose and description of the medical surveillance program and medical removal protection.</p> <p>The following information describes the primary health effects associated with exposure to beryllium, medical testing and surveillance requirements, and possible treatment for beryllium-related health effects.</p>	<p>空気中のベリリウムの吸入又はベリリウムを含む粉じん、ヒューム、ミスト若しくは溶液との皮膚接触によるベリリウムへのばく露は、健康への影響を引き起こす可能性があります。OSHA のベリリウム基準 (29 CFR 1910.1024、29 CFR 1915.1024、29 CFR 1926.1024) では、使用者は、実施可能な範囲での工学的管理により、空気中ベリリウムへのばく露をベリリウム PELs (許容ばく露限界。以下同じ。) 以下に低減しなければならず、実施可能なすべての管理ではばく露を PELs 以下に低減するのに十分でない場合は、人工呼吸器により補足しなければならない。さらに、空気中ばく露が PEL 又は STEL (短期間ばく露限界。以下同じ。) を超える可能性がある場合又は皮膚ばく露の可能性がある場合は、個人用保護衣及び保護具 (PPE) (手袋、靴カバー等) が必要です。</p> <p>OSHA はまた、使用者がベリリウムの健康影響に関する詳細な訓練を労働者に提供することを義務付けています。研修には、特に、CBD の徴候及び症状を含む、ベリリウムへの空気中ばく露及びベリリウムとの経皮接触に関連する健康被害に関する情報、呼吸器を含む個人用保護衣及び保護具の目的、適切な選択、装着、適切な使用及び制限に関する情報、ベリリウムへの空気中ばく露又は皮膚ばく露から労働者自身を保護するために講じることができるあらゆる保護措置 (個人衛生習慣を含む。) 並びに医療監視プログラム及び医療的な作業転換による保護の目的及び説明が含まなければならない。</p> <p>以下の情報では、ベリリウムへのばく露に関連する主な健康影響、医学的検査及び監視 (サーベイランス) の要件及びベリリウムに関連する健康影響に対する可能性のある治療について説明する。</p>

Primary Health Effects Associated with Exposure to Beryllium	ベリリウムへのばく露に伴う主な健康影響
<p>The most common health effects associated with overexposure to beryllium in the workplace include: beryllium sensitization, chronic beryllium disease (CBD), and lung cancer.</p> <p><i>Beryllium Sensitization</i> - Beryllium sensitization is the activation of the body's immune response to beryllium. Beryllium sensitization can result from inhalation or skin exposure to beryllium dust, fume, mist, or solutions. While no clinical symptoms may be associated with sensitization, a sensitized worker is at risk of developing CBD when inhalation exposure to beryllium has occurred.</p> <p><i>Chronic Beryllium Disease</i> - CBD is a chronic granulomatous lung disease caused by inhaling airborne beryllium after becoming sensitized to beryllium. Some common symptoms of CBD are shortness of breath, unexplained coughing, fatigue, weight loss, fever, and night sweats. CBD can result from inhalation exposure to beryllium at levels below the current OSHA PEL (0.2 µg/m³). Progression of CBD can vary among individuals. For instance, after initial exposure to beryllium, some workers may quickly develop signs and severe symptoms of CBD. Others may not experience signs and symptoms until months or years after initial exposure. The symptoms can sometimes worsen even after the worker has been removed from exposure. CBD can progress to a chronic obstructive lung disorder, resulting in loss of quality of life and the potential for decreased life expectancy (for additional information see section on Treatment below).</p> <p>CBD shares many signs and symptoms with pulmonary sarcoidosis, a</p>	<p>職場におけるベリリウムの過剰ばく露に関連する最も一般的な健康影響には、ベリリウム感作、慢性ベリリウム病（CBD）及び肺がんがある。</p> <p><i>ベリリウム感作</i> - ベリリウム感作とは、ベリリウムに対する身体の免疫反応が活性化することである。ベリリウム感作は、ベリリウムの粉じん、ヒューム、ミスト又は溶液への吸入若しくは皮膚ばく露によって生じる可能性がある。感作に伴う臨床症状がない場合もあるが、感作された労働者は、ベリリウムへの吸入ばく露が起こった場合、CBDを発症するリスクがある。</p> <p><i>慢性ベリリウム病</i> - CBDは、ベリリウムに感作された後、空気中のベリリウムを吸入することによって引き起こされる慢性肉芽腫性肺疾患である。CBDの一般的な症状は、息切れ、原因不明の咳、疲労、体重減少、発熱及び寝汗です。CBDは、現在のOSHA PEL (0.2 µg/m³)を下回るレベルのベリリウムへの吸入ばく露によって生じる可能性がある。CBDの進行には個人差があります。例えば、最初にベリリウムにばく露された後、すぐにCBDの徴候及び重篤な症状が現れる労働者もいます。</p> <p>また、最初のばく露から数カ月又は数年経たないと徴候及び症状が現れない人もいます。労働者がばく露から解放された後でも、症状が悪化することもあります。CBDは慢性閉塞性肺障害に進行する可能性があり、その結果、生活の質が低下し、余命が短くなる可能性があります（追加情報については、以下の「治療」のセクションを参照してください。）。</p> <p>CBDは原因不明の肉芽腫性肺疾患である肺サルコイドーシスと多くの徴候や症状を共有しています。適切な診断がなされなければ、CBDとサルコイドーシス</p>

<p>granulomatous lung disease of unknown cause or origin. Without appropriate diagnosis, CBD may be difficult to distinguish from sarcoidosis.</p> <p><i>Lung cancer</i> - Based on numerous studies in occupational settings, OSHA has determined that occupational exposure to beryllium causes lung cancer in humans. In addition, the International Agency for Research on Cancer (IARC) classifies beryllium as a Group 1 carcinogen (carcinogenic to humans), and the National Toxicology Program (NTP) lists beryllium as a known human carcinogen.</p> <p><i>Acute Beryllium Disease (ABD)</i> - Acute beryllium disease (ABD) is a rapid onset form of chemical pneumonia that results from breathing high airborne concentrations of beryllium. ABD is generally associated with exposure to beryllium levels at or above 100 µg/m³ and may be fatal in 10 percent of cases. ABD is extremely rare in the workplace today due to more stringent exposure controls implemented following occupational and environmental standards set in the 1970s.</p>	<p>との鑑別は困難です。</p> <p>肺がん - 職業環境における数多くの研究に基づき、OSHA は、ベリリウムへの職業ばく露がヒトの肺がんを引き起こすと決定した。</p> <p>さらに、国際がん研究機関 (IARC) は、ベリリウムをグループ 1 の発がん性物質 (ヒトに対する発がん性) に分類し、米国国家毒性プログラム (NTP) は、ベリリウムをヒトに対する既知の発がん性物質としてリストアップしている。</p> <p>急性ベリリウム病 (ABD) - 急性ベリリウム病 (ABD) は、高濃度のベリリウムを吸入することによって急速に発症する化学肺炎である。</p> <p>ABD は、一般に 100 µg/m³ 以上のベリリウム濃度へのばく露に関連し、10% の症例で致命的となる可能性がある。</p> <p>ABD は、1970 年代に設定された職業及び環境基準に従って実施された、より厳格なばく露管理により、今日の職場では極めて稀である。</p>
---	---

<p>Medical Surveillance</p> <p>The purpose of medical surveillance is to detect and eliminate the underlying causes of observed health effects from hazards. Medical surveillance programs can contribute to the success of workplace health and safety programs by identifying potential problem areas and verifying the effectiveness of existing control and prevention programs.</p> <p>Under the beryllium standards (29 CFR 1910.1024; 29 CFR 1915.1024; 29</p>	<p>医学的監視</p> <p>医療監視 (サーベイランス) の目的は、危険から観察される健康影響の根本的な原因を検出し、除去することである。医療監視 (サーベイランス) プログラムは、潜在的な問題領域を特定し、既存の管理及び予防プログラムの有効性を検証することにより、職場の安全衛生プログラムの成功に貢献することができる。</p> <p>ベリリウム基準 (29 CFR 1910.1024; 29 CFR 1915.1024; 29 CFR 1926.1024) では、OSHA は、労働者が以下の条件のいずれかを満たすと判断した場合、30 日</p>
--	--

CFR 1926.1024), OSHA requires employers to offer medical surveillance to workers within 30 days of determining that the worker meets one of the following conditions: is or is reasonably expected to be exposed above the action level of 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for 30 days in a year; show signs or symptoms of CBD; were exposed to beryllium during an emergency; or have received a recommendation for continued medical surveillance from a physician or other licensed health care professional (PLHCP) from the most recent exam (see [Beryllium Standard: Guidance on Medical Surveillance for Beryllium Exposed Workers](#)). Employees may opt out of the medical surveillance program if they so choose. The medical surveillance requirements within the beryllium standards include the following provisions:

Employers must offer medical surveillance to a worker within 30 days of meeting the criteria set forth in paragraph (k)(2)(i), and at least every two years thereafter for those who continue to meet the criteria in paragraph (k)(1). The standards also specify medical examination at the termination of employment (see paragraph (k)(2)(iii) in the standards).

The medical examination must include:

- Medical and work history with emphasis on past and present airborne exposure to or dermal contact with beryllium, smoking history, and any history of respiratory system dysfunction
- Physical examination with emphasis on the respiratory system
- Physical examination for skin rashes
- Pulmonary function tests
- BeLPT² (or other equivalent test)
- Any other test deemed appropriate by the PLHCP (including low-dose CT scan³)

以内に労働者に医療監視を提供することを使用者に義務付けている。1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1年間に30日間、CBDの徴候若しくは症状を示す、緊急時にベリリウムにばく露された、又は直近の検査で医師若しくは他の認可医療従事者(PLHCP)から継続的な医療サーベイランスの勧告を受けている(ベリリウム基準を参照):ベリリウムばく露労働者のための医療サーベイランスに関するガイダンス参照)。

被雇用者が希望する場合、医療サーベイランス・プログラムから脱退することができます。ベリリウム基準内の医療サーベイランス要件には、以下の規定が含まれる:

使用者は、(k)(2)(i)項に定める基準を満たした労働者に対しては、30日以内に、また、(k)(1)項に定める基準を引き続き満たす労働者に対しては、その後少なくとも2年ごとに、健康診断を実施しなければならない。

また、本基準は、雇用終了時の健康診断についても規定している(本基準第(k)項(2)(iii)参照)。

健康診断には以下が含まなければならない:

- 過去及び現在のベリリウムへの空気中ばく露又はベリリウムとの経皮接触、喫煙歴及び呼吸器系機能障害の既往歴に重点を置いた病歴及び業務歴
- 呼吸器系に重点を置いた身体検査
- 皮膚疹に関する身体検査
- 肺機能検査
- BeLPT2 (又はその他同等の検査)
- PLHCP が適切と判断したその他の検査(低線量 CT スキャン(注3))を含む)。

OSHA requires that employers provide certain information to the PLHCP.

This information includes:

- A copy of the standard
- A description of the employee's former and current duties that relate to the employee's airborne exposure to and dermal contact with beryllium
- The employee's former and current levels of airborne exposure
- A description of any personal protective clothing and equipment (PPE), including respirators, used by the employee, including when and how long these were used
- Information from records of employment-related medical examinations previously provided to the employee, currently within the control of the employer, after obtaining written consent from the employee

OSHA requires the employer to ensure that the employee receives a written medical opinion from the licensed physician within 30 days of the medical examination. The written opinion must include:

- The results of the medical examination (including whether the employee has any detected medical condition that may place the employee at increased risk from further airborne exposure, any medical conditions related to airborne exposure that require further evaluation or treatment)
- Any recommendations on the employee's use of PPE or respirators
- Any limitations on the employee's airborne beryllium exposure
- Any recommendation for referral to a CBD diagnostic center, continued medical surveillance, or medical removal

OSHA は、使用者が PLHCP に一定の情報を提供することを義務付けている。

この情報には以下が含まれる：

- この基準のコピー
- ベリリウムへの空気中ばく露及びベリリウムとの経皮接触に関連する被雇用者の以前及び現在の職務の説明
- 被雇用者の以前及び現在の空気中ばく露レベル
- 被雇用者が使用した呼吸器を含む個人用保護衣及び保護具（PPE）の説明（いつ、どれくらいの期間使用したかを含む。）。
- 被雇用者から書面による同意を得た後、現在使用者の管理下にある、被雇用者に過去に提供された雇用関連の健康診断の記録からの情報

OSHA は、被雇用者が健康診断から 30 日以内に認定医師から書面による診断書を受け取るよう使用者に義務付けている。意見書には以下が含まれなければならない：

- 健康診断の結果（被雇用者が、さらなる空気中へのばく露によるリスクを高める可能性のある医学的状態、さらなる評価又は治療が必要な空気中へのばく露に関連する医学的状態が検出されたかどうかを含む。）
- 被雇用者による個人用保護具（PPE）又は呼吸用マスクの使用に関するあらゆる推奨事項
- 被雇用者の空気中ベリリウムばく露に関する制限事項
- CBD 診断センターへの紹介、継続的な医学的監視又は医学的作業転換に関

OSHA also requires the employer receive a medical opinion from the licensed physician. The written medical opinion must include:

- The date of the examination
- Statements that the results of the examination were explained to the worker⁴ and that the examination met the requirements of the beryllium standard
- Any recommended limitations on the worker's use of respirators, protective clothing, or equipment
- If the employee provides written authorization, the written opinion must also contain any recommended limitations on the worker's airborne exposure to beryllium

If the worker is either confirmed positive for beryllium sensitization or CBD or a licensed physician has determined it appropriate, and the worker provides written authorization, OSHA requires employers to provide:

- A referral to a CBD Diagnostic Center⁵
- Continued medical surveillance
- Medical removal (upon request by worker)
-

The BeLPT- Beryllium sensitization may be detected with the beryllium lymphocyte proliferation test (BeLPT), a blood test for measuring the immune response to beryllium. The observation of beryllium-specific lymphocyte proliferation in an individual peripheral blood sample indicates an abnormal response and may indicate beryllium sensitization. There is some concern about the accuracy of the BeLPT. A single BeLPT has been reported to have a false-positive rate of about 1% (Middleton et al., 2008). Many programs therefore rely on a second test to confirm a positive result (NAS, 2008), which

するあらゆる勧告

OSHA はまた、使用者が認定医師から医学的意見書を受け取ることを要求している。医学的意見書には以下が含まなければならない:

- 検査の日時
- 検査結果が労働者に説明されたこと ⁴ 及び検査がベリリウム基準の要件を満たしていること。
- 労働者が呼吸用保護具、防護服又は機器を使用する際の推奨される制限
- 被雇用者が書面による承認を提供した場合、意見書には、労働者のベリリウムへの空気中ばく露に関する推奨される制限も記載されなければならない。

労働者がベリリウム感作若しくは CBD の陽性であることが確認された場合又は認定医が適切であると判断し、かつ、労働者が書面による許可を提供した場合、OSHA は使用者に以下の提供を義務付けている:

- CBD 診断センターへの紹介 ⁵
- 継続的な医学的監視
- (労働者の要請による) 医療的作業転換

BeLPT-ベリリウム感作は、ベリリウムに対する免疫反応を測定する血液検査であるベリリウムリンパ球増殖検査 (BeLPT) で検出されることがある。個々の末梢血検体でベリリウム特異的リンパ球増殖が観察された場合、異常反応を示し、ベリリウム感作を示す可能性がある。

BeLPT の正確性については若干の懸念がある。1 回の BeLPT で約 1% の偽陽性率が報告されている (Middleton et al., 2008)。

has been reported to reduce the false-positive rate to about 0.02% (Middleton et al., 2008).

Another way to measure the accuracy of a test such as the BeLPT is to measure its positive predictive value (PPV). The PPV is the probability that a person with a positive result has the disease or condition being measured.

To address some criticism regarding the PPV of the BeLPT, Middleton *et al.* (2011) conducted another study to evaluate borderline results from BeLPT testing. Table 1 below shows the PPV for the BeLPT using either 2 abnormal results, 1 borderline and 1 abnormal result, or 3 borderline results (Middleton et al., 2008 and 2011):

そのため、多くのプログラムでは、陽性結果を確認するために 2 回目の検査に頼っており (NAS, 2008)、この検査により偽陽性率は約 0.02%に低下すると報告されている (Middleton et al.)。

BeLPT のような検査の精度を測るもう一つの方法は、陽性適中率(PPV)を測ることです。PPV とは、陽性と判定された人が測定された疾患又は状態に罹患している確率のことである。

BeLPT の PPV に関するいくつかの批判に対処するため、Middleton ら(2011)は BeLPT 検査による境界領域の結果を評価する別の研究を行った。

以下の表 1 は、2 つの異常値、1 つの境界線と 1 つの異常値又は 3 つの境界線を用いた BeLPT の PPV を示している(Middleton et al., 2008 and 2011) :

	1 abnormal result (異常所見 1)	2 abnormal results (異常所見 2)	1 abnormal + 1 borderline (異常所見 1) + ボーダーライン 1	3 borderline results ボーダーライン 3
PPV at 1% prevalence	38.3%	96.8%	89.3%	83.7%
PPV at 2% prevalence	89.3%	98.4%	94.4%	91.2%

Based on this information OSHA considers a worker positive for sensitization with either 2 abnormal results, 1 abnormal and 1 borderline,

この情報に基づき、OSHA は、2 つの異常値、1 つの異常値と 1 つの境界値又は 3 つの境界値のいずれかを示した労働者を感作陽性とみなす。ベリリウム

<p>or 3 borderline results. CBD is generally confirmed when it can be shown there is a history of beryllium exposure; positive histopathology findings in the lung (e.g. fiber-optic bronchoscopy, X-ray, CT scan, lung biopsy); and beryllium sensitization.</p> <p>Workers found to be sensitized to beryllium are at risk for developing CBD and in need of continuing medical follow-up. OSHA requires employers to offer sensitized workers a physical examination every 2 years performed under the direction of a licensed physician.</p> <p>For more information see OSHA's Safety and Health Topics page on medical screening and surveillance.</p>	<p>ばく露歴、肺の病理組織所見陽性（例：光ファイバー気管支鏡検査、X線検査、CT スキャン、肺生検）、ベリリウム感作が証明された場合、CBD は一般的に確定診断される。</p> <p>ベリリウムに感作されていることが判明した労働者は、CBD を発症するリスクがあり、継続的な医学的フォローアップが必要である。</p> <p>OSHA は、感作された労働者に対し、免許を持つ医師の指示のもとで実施される 2 年毎の健康診断を提供することを使用者に義務付けている。</p> <p>詳細については、OSHA の医療スクリーニング及び監視（サーベイランス）に関する安全衛生トピックスのページを参照してください。</p>
--	--

Treatment	処置
<p>There is no cure for CBD. Treatment for CBD can vary for each patient, depending on the severity of the disease. Treatment may include corticosteroids, oxygen, and other means to ease symptoms or slow the disease progression.</p> <p>For more information, see the National Institute for Occupational Safety and Health Workplace Safety and Topics – Beryllium webpage; National Jewish Medical and Research Center Chronic Beryllium Disease Treatment webpage; the Agency for Toxic Substance and Disease Registry ToxFAQs for Beryllium webpage; and the Department of Energy Chronic Beryllium Disease Prevention Program webpage.</p>	<p>CBD には治療法がありません。CBD の治療は、病気の重症度によって患者さんごとに異なります。治療にはコルチコステロイド、酸素及びそのその他症状を和らげたり病気の進行を遅らせたりする方法があります。</p> <p>詳細については、国立労働安全衛生研究所の労働安全衛生及びトピックス-ベリリウムのウェブページ、国立ユダヤ医療研究センターの慢性ベリリウム病治療のウェブページ、有害物質及び疾病登録庁のベリリウムに関する ToxFAQs のウェブページ並びにエネルギー省の慢性ベリリウム病予防プログラムのウェブページを参照してください。</p>

<p>The following webpages provide additional information on the health effects of beryllium.</p>	<p>ベリリウムの健康への影響に関する追加情報は、以下のウェブページを参照されたい。</p> <p>（資料作成者注：以下のウェブページについての「英語原文の日本語仮訳」は行</p>
--	--

	いませんでした。)
<ul style="list-style-type: none"> • Beryllium: Guidance on Medical Surveillance for Beryllium Exposed Workers. OSHA Publication 4116, (May 2021). • Beryllium Medical Surveillance Information for Workers. OSHA QuickCard® (Publication 4115), (May 2021). • Beryllium: Worker Information on the BeLPT. OSHA QuickCard® (Publication 4114), (May 2021). • Beryllium. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Workplace Safety and Health Topic. Provides links to sources of information on a variety of topics relating to beryllium. • Report on Carcinogens (ROC). U.S. Department of Health and Human Services (DHHS), National Toxicology Program (NTP). Identifies and discusses agents, substances, mixtures, or exposure circumstances that may pose a health hazard due to their carcinogenicity. <i>The listing of substances in the RoC only indicates a potential hazard and does not establish the exposure conditions that would pose cancer risks to individuals.</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Beryllium and Beryllium Compounds. NTP classification: <i>Known to be human carcinogens</i> • International Agency for Research on Cancer (IARC) Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks for Humans. World Health Organization (WHO). • Toxicological Profile for Beryllium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), (September 2002). Provides exposure risks, exposure limits, and health effects for beryllium. • ToxFAQs - Beryllium. Agency for Toxic Substances and Disease 	

<p>Registry (ATSDR), (September 2002). Answers the most frequently asked health questions about beryllium.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chronic Beryllium Disease Prevention Program. U.S. Department of Energy (DOE), (December 8, 1999). Provides links to DOE policies, guidance, and training regarding beryllium. • Chronic Beryllium Disease: Overview. National Jewish Medical and Research Center, (2010). Describes the health effects of beryllium. • <i>Health Effects of Beryllium</i>. National Academy of Sciences, (2007). Summarizes the health effects literature on beryllium. • <i>Managing Health Effects of Beryllium Exposure</i>. National Academy of Sciences, (2008). Provides information on clinical studies of beryllium sensitization and CBD. Includes information on designing a beryllium exposure and disease management program for Air Force workers. 	
<p>Journal Articles</p>	<p>雑誌掲載論文 (資料作成者注：以下の雑誌掲載論文についての「英語原文の日本語仮訳」は行いませんでした。)</p>
<p>A list of journal articles related to the health effects of exposure to beryllium:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balkissoon, R.C. and Newman, L.S. (1999). Beryllium Copper Alloy (2%) Causes Chronic Beryllium Disease. <i>J. Occup. Environ. Med.</i> 41(4): 304-8. • Balmes JR, Abraham JL, Dweik RA, Fireman E, Fontenot AP, Maier LA, Muller-Quernheim J, Ostiguy G, Pepper LD, Saltini C, Schuler CR, Takaro TK, Wambach PF; ATS Ad Hoc Committee on Beryllium Sensitivity and Chronic Beryllium Disease. An official American Thoracic Society statement: diagnosis and management of beryllium 	

sensitivity and chronic beryllium disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2014 Nov 15;190(10):e34-59.

- Belman S. (1969) Beryllium Binding of Epidermal Constituents. *J Occup Med* 99(4): 175-183.
- Berlin J.M. et al. (2003). Beryllium Dermatitis. *J. Am. Acad. Dermatol.* 49(5): 939-41.
- Cummings, K.J. et al. (2009). A Reconsideration of Acute Beryllium Disease. *Environmental Health Perspectives.* 117(8): 1250-6.
- Curtis G. (1951) Cutaneous Hypersensitivity due to Beryllium; A Study of Thirteen Cases. *AMA Archives Dermatol Syphil* 64 (4): 470-482.
- Dai S, Falta MT, Bowerman NA, McKee AS, Fontenot AP. T cell recognition of beryllium. *Curr Opin Immunol.* 2013 Dec; 25(6):775-80.
- Epstein, WL (1991). Cutaneous effects of beryllium. Beryllium biomedical and environmental aspects.
- Day GA, Hoover MD, Stefaniak AB, Dickerson RM, Peterson EJ, Esmen NA. (2007) Bioavailability of Beryllium Oxide Particles: An In Vitro Study in the Murine J774A.1 Macrophage Cell Line Model. *Exp Lung Research* 31: 341-360.
- Delic J. (1992) Toxicity Review 27 (Part 2). Beryllium and beryllium compounds. London, Her Majesty's Stationary Office (ISBN 0 11 886343 6).
- De Nardi JM, Van Orstrand HS, Curtis GH, Zielinski J. (1953) Berylliosis: Summary and survey of all clinical types observed in a twelve-year period. *American Medical Association archives of industrial hygiene and occupational medicine*, 8:1-24

- Deubner DC, Lowney YW, Paustenbach DJ, Warmerdam J. (2001) Contribution of Indidental Exposure Pathways to total Beryllium Exposures. *Appl Occup Environ Hyg* 16 (5): 568-578.
- Epstein (1991)
- Harber P, Su J, Alongi G. (2014). Beryllium BioBank2: Lymphocyte Proliferation Testing. *J Occup Environ Med.* 56 (8); 857-860.
- Harber P, Su J. (2014). Beryllium BioBank 3: Considerations for Improving Chronic Beryllium Disease Screening. *J Occup Environ Med.* 56 (8); 861-866.
- Hines SE, Pacheco K, Maier LA. The role of lymphocyte proliferation tests in assessing occupational sensitization and disease. *Curr Opin Allergy Clin Immunol.* 2012 Apr;12(2):102-10.
- Kirshen C, Pratt M. Dental allergic contact dermatitis: an interesting case series and review of the literature. *Dermatitis.* 2012 Sep-Oct;23(5):222-6.
- Kreis, K, et al. (1993). Epidemiology of Beryllium Sensitization and Disease in Nuclear Workers. *Am. Rev. Respir. Dis.* 148(4 Pt 1): 985-91.
- Lang, L. (1994). Beryllium: A Chronic Problem. *Environmental Health Perspectives* 102(6-7): 526-531.
- Lederer H and Savage J. (1954) Beryllium Granuloma of the Skin. *Br J Ind Med.* 11(1): 45-48
- Maier, L A et al. (2008). Recent Chronic Beryllium Disease in Residents Surrounding a Beryllium Facility. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 177(9): 1012-7.
- Mayer AS, Hamzeh N, Maier LA. Sarcoidosis and chronic beryllium disease: similarities and differences. *Semin Respir Crit Care*

Med. 2014 Jun;35(3):316-29.

- Martin SC, Larivière C. Community health risk assessment of primary aluminum smelter emissions. *J Occup Environ Med. 2014 May;56(5 Suppl):S33-9.*
- Middleton D, Kowalski P. Advances in identifying beryllium sensitization and disease. *Int J Environ Res Public Health. 2010 Jan;7(1):115-24*
- Middleton, D.C. (1998). Chronic Beryllium Disease: Uncommon Disease, Less Common Diagnosis. *Environmental Health Perspectives 106 (12):765-767.*
- Newman, L.S., et al. (1996). The Natural History of Beryllium Sensitization and Chronic Beryllium Disease. *Environmental Health Perspectives 104(Supplement 5): 937-943*
- Newman, L. S., Mroz, M. M., Balkissoon, R., & Maier, L. A. (2005). Beryllium sensitization progresses to chronic beryllium disease: a longitudinal study of disease risk. *American journal of respiratory and critical care medicine, 171(1), 54-60*
- Nishimura M. (1966) Clinical and experimental studies on acute beryllium disease. *Nagoya J Med Sci. Nov; 29(1):17-44*
- Pappas, G. P., & Newman, L. S. (1993). Early pulmonary physiologic abnormalities in beryllium disease. *American review of respiratory disease, 148, 661-661.*
- Rossman MD, Preuss OP, Powers MB, eds. (1991) Beryllium: Biomedical and Environmental Aspects. *Baltimore, MD: Williams and Wilkins*
- Schubauer-Berigan MK, Deddens JA, Couch JR, Petersen MR. Risk of

lung cancer associated with quantitative beryllium exposure metrics within an occupational cohort. *Occup Environ Med.* 2011 May;68(5):354-60.

- Seidler A, Euler U, Müller-Quernheim J, Gaede KI, Latza U, Groneberg D, Letzel S. Systematic review: Progression of beryllium sensitization to chronic beryllium disease. *Occup Med (Lond).* 2012 Oct;62(7):506-13.
- Skaugset, N.P. et al. (2012). Occupational Exposure to Beryllium in Primary Aluminum Production. *J. Environ. Monit.* 14(2): 353-9.
- Stanton, M. L. et al. (2006). Sensitization and Chronic Beryllium Disease Among Workers in Copper-Beryllium Distribution Centers. *J. Occup. Environ. Med.* 48(2): 204-11.
- Thomas, C. A. et al. (2013). Long-Term Efficacy of a Program to Prevent Beryllium Disease. *Am. J. Ind. Med.* 56(7): 733-41.
- Tinkle SS, Antonini JM, Rich BA, Roberts JR, Salmen R, DePree K, Adkins EJ. (2003) Skin as a route of exposure and sensitization in chronic beryllium disease. *Environ Health Perspect.* Jul; 111(9):1202-8
- Toledo , F., Silvestre, J. F., Cuesta, L., Latorre, N., & Monteagudo, A. (2011). Contact allergy to beryllium chloride: report of 12 cases. *Contact dermatitis*, 64(2), 104-109.
- VanOrdstrand HS, Hughes R, DeNardi JM, et al. (1945). Beryllium poisoning. *J Am Med Assoc*129:1084-1090

(注)

¹ PELs: 0.2 micrograms of beryllium per cubic meter of air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), as an 8-

¹ PEL : 空気 1 立方メートル当たり $0.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8 時間の時間加重平均) のベリ

<p>hour time-weighted average and a Short Term Exposure Limit of 2.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ determined over a sampling period of 15 minutes.</p> <p>² The BeLPT is a recognized diagnostic test for measuring the immune response to beryllium (i.e. beryllium sensitization).</p> <p>³ The Low-dose CT scan is generally used for diagnosing lung cancer.</p> <p>⁴ This includes any recommendation for use of PPE or respirator.</p> <p>⁵ A CBD Diagnostic Center is any medical diagnostic center that has an on-site pulmonary specialist and on-site facilities to perform a clinical evaluation for CBD. This evaluation must include pulmonary function testing (as outlined by the American Thoracic Society criteria), bronchoalveolar lavage (BAL), and transbronchial biopsy. The CBD Diagnostic Center must also have the capacity to transfer samples to a laboratory for appropriate diagnostic testing within 24 hours. The on-site pulmonary specialist must be able to interpret the biopsy pathology and the BAL diagnostic test results.</p>	<p>リウム及び 15 分間のサンプリングで決定される $2.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ の短期ばく露限界</p> <p>² BeLPT は、ベリリウムに対する免疫反応（すなわちベリリウム感作）を測定するための診断検査として認められている。</p> <p>³ 低線量 CT スキャンは、一般に肺がんの診断に用いられる。</p> <p>⁴ これには、PPE 又は呼吸用保護具の使用の推奨も含まれます。</p> <p>⁵ CBD 診断センターとは、肺の専門医が常駐し、CBD の臨床評価を実施するための設備が整っている医療診断センターです。この評価には、肺機能検査（米国胸部学会の基準による）、気管支肺胞洗浄（BAL）及び経気管支生検が含まれなければなりません。</p> <p>また、CBD 診断センターは、24 時間以内に適切な診断検査のために検体を検査施設に移送する能力を有していなければなりません。現場の肺専門医は、生検の病理結果及び BAL の診断検査結果を解釈できなければなりません。</p>
--	---