الأسبست - الأمينت

الأثر الصحي المهني والبيئي

طرق التخلص الآمن

منظمة العمل العربية
المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية
دمشق

الأسبست - الأمينت

Æ l Ø Ш ǩ ł p ÆDzHu Ʒ ǩ ł Á
ǰ ǫ ø ł DŽQ U ɑ ǩ ł ä ɛ À

منشورات المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية
دمشق 2010

تقديـم

يوجد الأسبست في البيئة المحيطة بشكل طبيعي، وبالنظر للخصائص المميزة التي تتمتع بها ألياف الأسبست من حيث مطاوعتها الهائلة ومقاومتها للحرارة وعازليتها للكهرباء وقابليتها للشد وقدرتها على امتصاص الأصوات فقد تزايد استخدامه في الصناعة في مجالات عديدة وفي قطاع التشييد والبناء، لكن التعرض للأسبست في بيئة العمل يعد الآن سبباً رئيسياً لحدوث العديد من الأمراض المهنية الخطيرة، كما يعد واحداً من الأسباب الهامة لحدوث الوفيات الناجمة عن العمل حيث تشير الإحصائيات العالمية الصادرة من منظمة العمل الدولية إلى وفاة أكثر من مئة ألف عامل سنوياً نتيجة التعرض للأسبست وهذا الرقم يتوقع له أن يزداد خلال السنوات القادمة.

وبالنظر لخطورة الأسبست وبفعل المبادرات الفعالة القوية على مختلف المستويات الوطنية والدولية والهادفة إلى ضمان حماية العمال في مختلف مواقع العمل والإنتاج فقد قامت دول عديدة بحظر استخدام هذه المادة وبخاصة الأسبست الأزرق واستيرادها، ولا تزال دول أخرى في طور إقرار الحظر. ورغم انخفاض الإنتاج العالمي لهذه المادة لأكثر من النصف، إلا أنه لا يزال يجري إنتاج حوالي مليون طن منها سنوياً يستهلك معظمها في الدول النامية.

وفي كل الأحوال فإن التعرض للأسبست لا يزال قائماً في عمليات الهدم والنقل والترحيل للمنتجات الحاوية على الأسبست كما أن أي اهتراء أو تخرب أو إعادة ترميم أو استبدال في الأبنية الحاوية عليه سيؤدي إلى انطلاق ألياف الأسبست وانتشارها واحتمال التعرض للألياف القابلة للاستنشاق منها.

لذا فإنه لا بد من تطبيق إجراءات سيطرة عالية من أجل السيطرة على الأسبست في مكان العمل في المباني الحاوية عليه، والتخلص الآمن منه بما يضمن حماية وحفظ صحة العمال من خطره.

من هنا تأتي أهمية هذا الكتاب حول (**الأسبست - الأمينت؛ الأثر الصحي الصحي المهني والبيئي وطرق التخلص الآمن**) الذي يسلط الضوء على مخاطر

التعرض لألياف الأسبست وإجراءات التخلص الآمن منه في ظل الاتجاه السائد على مستوى العالم لوقف استخدام هذه المادة الخطيرة في مختلف قطاعات العمل.

ونجد لزاماً علينا أن نتقدم بخالص الشكر والتقدير للسيد الدكتور /**عامر عدي**/ الاختصاصي في الطب المهني لجهوده المبذولة في إعداد هذا الكتاب، وكلنا أمل أن يحقق الكتاب كل العون والفائدة لجميع المعنيين بحماية بيئة العمل على المستوى العربي.

مدير المعهد

د. محمود إبراهيم

المحتويات

1. المدخل 11

2. مجالات استخدام الأسبست 13

3. مصادر التعرض المهني والبيئي 17

1.3. المصدر الطبيعي 17

2.3. المصدر الصنعي 18

4. الخصائص الفيزيائية والكيميائية لألياف الأسبست 21

1.4. زمرة السيربنتين 21

2.4. زمرة الأمفه بول 23

1.2.4. الآموسيت 23

2.2.4. الكروسه دوليت 24

3.2.4. الأنتوفه ليت 24

4.2.4. التريموليت 25

5.2.4. الأكتينوليت 25

3.4. الألياف الطبيعية المعدنية الأخرى 26

1.3.4. ألياف الزيوليت المليفة 26

2.3.4. ألياف سيليكاتية أخرى مليفة 27

4.4. علاقة الصفات الفيزيائية والكيميائية بالتأثيرات البيولوجية 27

5. الأثر الصحي لألياف الأسبست على جسم الإنسان 29

1.5. تاريخ المخاطر الصحية المتعلقة بالتعرض للأسبست 30

2.5. التعرض المهني 32

1.2.5. الداء الأسبستوزي 32

2.2.5. الأذيات الجنبية 36

3.2.5. السرطان القصبي 38

1.3.2.5. العلاقة بين السرطان القصبي ونوعية ألياف الأسبست 38

2.3.2.5. العلاقة بين السرطان القصبي واختلاف العمليات الإنتاجية 39

4.2.5. ورم المتوسطة (الميزوتيليوما) 39

1.4.2.5. علاقته بنوعية ألياف الأسبست 41

2.4.2.5. علاقته بالعمليات الإنتاجية 43

5.2.5. السرطانات الأخرى الناجمة عن التعرض للأسبست 43
1.5.2.5. سرطان الأنبوب الهضمي 43
2.5.2.5. سرطان الكلية 43
3.5.2.5. سرطان الحنجرة 43
4.5.2.5. سرطانات في مواقع أخرى 44
6.5.2.5. انسداد الطرق الهوائية المحرض بالتعرض للأسبست 44
3.5. التعرض غير المهني 44
1.3.5. التعرض المجاور 44
6. الأسبست والمناعة 47
7. محرضات السرطان بوجود الأسبست 49
8. التوضع والانتقال والتصفية لألياف الأسبست في الجسم البشري 51
1.8. الانتقال 51
2.8. التحلل 51
3.8. التوضع 53
1.3.8. استنشاق وتوضع العوالق الهوائية الحاوية على ألياف الأسبست 53
2.3.8. آليات توضع الألياف في الجهاز التنفسي 56
4.8. التصفية النوعية لألياف الكريزوتيل والأمفه بول 61
9. تقييم مخاطر التعرض للأسبست والألياف المعدنية الأخرى 65
1.9. اعتبارات عامة 65
2.9. الطريقة الكيفية 66
1.2.9. في حالات التعرض المهني 66
2.2.9. في حالات التعرض المجاور 67
3.2.9. في حالات التعرض البيئي 67
3.9. الطريقة الكمية 67
1.3.9. أشكال الألياف 68
2.3.9. حجم الألياف ومقدارها 68
3.3.9. ميكانيكية عمل الألياف 69
4.9. تقييم مخاطر حدوث السرطان القصبي 69
5.9. تقييم مخاطر حدوث الميزوتيليوما 70
10. التخلص الآمن من الأسبست 73
1.10. إزالة المواد الحاوية على الأسبست (ACM) 73
1.1.10. متى تنطلق ألياف الأسبستوز 74
2.1.10. تحديد المسؤوليات 74

10.1.2.1. الاستشارات 74
10.2.2.1. مسؤولية وكلاء البناء 74
10.1.2.2.1. اختيار طريقة التخلص من الأسبست 74
10.2.2.2.1. تسجيل المواد الحاوية على الأسبست 75
10.3.1. خطة دراسة الأسبست في مكان العمل 75
10.2. مواصفات ومتطلبات إزالة الأسبست 75
10.1.2. ما هي الإجراءات والتقنيات التي نختارها 76
10.2.2. أين مكان الأسبست الذي سيتم التخلص منه 76
10.3. المخاطر المحتملة 77
10.4. التخطيط من أجل إزالة المواد الحاوية على الأسبست 77
10.5. إجراءات السيطرة في إزالة الأسبست 78
10.6. مسؤولية الذي يقوم بالتخلص من الأسبست 78
10.7. الرصد الصحي 78
10.8. إزالة المواد الحاوية على الأسبست عن السطوح الساخنة 79
10.9. اعتبارات عامة في إزالة المواد الحاوية على الأسبست 79
10.1.9. تحديد حدود إزالة الأسبست 79
10.2.9. تأمين السلامة في موقع العمل – وضع الحواجز والعلامات 79
10.3.9. إعادة ترتيب توصيل الكواشف والكابلات الكهربائية 80
10.10. الطرق الجافة والرطبة في إزالة المواد الحاوية على الأسبست 81
10.1.10. الطريقة الرطبة بالإرذاذ 81
10.2.10. الطريقة الجافة – أقل تفصيلاً – 82
10.11. التجهيزات المستخدمة في عمليات الإزالة 82
10.1.11. الأدوات 82
10.2.11. أجهزة الإرذاذ 83
10.3.11. أجهزة شفط الأسبستوز 83
10.4.11. التأكد من جاهزية الأجهزة والأدوات المستخدمة 84
10.12. أجهزة الوقاية الفردية 84
10.1.12. أجهزة الوقاية التنفسية 84
10.2.12. الألبسة الواقية 85
10.13. مراقبة الهواء 85
10.1.13. مستويات السيطرة للعوالق الهوائية الحاوية على ألياف الأسبست 86
10.14. إزالة التلوث 87
10.1.14. تنظيف مكان العمل 87

10.14.1.1. استخدام الطريقة الرطبة 87
10.14.1.2. استخدام الطريقة الجافة 87
10.14.2. إزالة التلوث من الأجهزة والأدوات المستخدمة 88
10.14.3. إزالة التلوث من التربة 88
10.15. التخلص من الفضلات Waste removal 88
10.15.1. مواصفات الحاويات Waste bags 88
10.15.2. مواصفات البراميل الحاوية للمخلفات الأسبستوزية
(Asbestos waste drums or bins) 89
10.15.3. استخدام الحاويات المعدنية الكبيرة 91
10.16. التخلص من النفايات الأسبستوزية Disposal of asbestos waste 91
10.17. إجراءات خاصة للتخلص من المواد القابلة للتطاير 91
10.18. وحدة عوادم الضغط السلبي Negative pressure exhaust unit 92
10.18.1. الإغلاق والشروط التي يجب أن تتوفر فيه 92
10.18.2. التأكد من فعالية عملية الإغلاق 94
10.19. وحدة إزالة التلوث Decontamination unit 94
10.19.1. وحدات إزالة التلوث البعيدة 96
10.19.2. الإجراءات الواجب اتباعها لدى الدخول إلى منطقة العمل 97
10.19.3. الإجراءات الواجب اتباعها لدى الخروج من منطقة العمل 97
10.20. الاحتياطات الواجب اتباعها بعد إنهاء أعمال الإزالة 98
11. الأسبست والقانون وإرثه الصعب 101
12. المراجع 109

1. مدخل

تعد مادة الأسبست واحدة من المواد التي شغلت الدنيا وملأت الناس، وذلك لما لها من ميزات وخواص جعلتها تنتشر في الصناعة والبناء انتشار النار في الهشيم وخاصة في النصف الثاني من القرن الماضي، حتى بلغ عدد الصناعات التي تدخل فيها هذه المادة أكثر من ثلاثة آلاف.

تشتق كلمة أسبستوز من اللغة اليونانية وتعني الغير قابل للتخامد en-extinguishable واصطلح الإغريقيون على تسميته بالمعدن المعجزة أو المعدن السحري وذلك لمطاوعته الهائلة ومرونته بالإضافة إلى مقاومته للحرارة حتى أن شارلمن بهر مدعويه عندما ألقى بمنديله السحري المصنوع من الأسبستوز في النار على مرأى من أعينهم ثم استرده سالماً دون أن يحترق.

كما أن الموسرين الفرس الذين اشتروا الأسبستوز واستوردوه من البلاد المجاورة أذهلوا ضيوفهم عندما كانوا يطهرون ثيابهم بتعريضها للنار دون أن تحترق. كما اعتقد البعض منهم أن هذه الألياف مصدرها فراء حيوان اسمه السمندر عاش في النار ومات عندما تعرض للماء! كما أن بعض علماء الآثار سجل أن القدماء كانوا يصنعون الأكفان من الأمينت عندما يقومون بحرق أجساد ملوكهم من أجل الحفاظ على رمادهم لكيلا يختلط مع الخشب أو المواد المستهلكة والمستعملة في هذه العملية (Funeral pyres). وذهب آخرون إلى الاعتقاد أن القدماء استعملوا الأمينت كفتيل سرمدي في المدافن Perpetual wicks أو الشموع المقدسة وشاع بعد ذلك استعمال الأمينت حيث استعمل في الولايات المتحدة وكندا كعازل وذلك في الستينات من القرن التاسع عشر وتم البدء بالاستثمار التجاري لمناجم الأمينت في كوبيك بتاريخ 1879.

2. مجالات استخدام الأسبست

نظراً للصفات العديدة التي يتمتع بها من حيث مطاوعته الهائلة ومرونته ومقاومته للحرارة والأحماض الكيميائية وعازليته للكهرباء، إضافة إلى امتصاصه للصوت وقابليته للشد فقد تزايد شيوعه في أوساط التصنيع والبناء خاصة في أواخر القرن التاسع عشر، حيث كانت تمزج أليافه مع الاسمنت، وفي صناعة النسيج لإنتاج أقمشة ذات مواصفات معينة. كما تم استخدامه في صناعة الأحذية (Black shoes) والأفران والأفران الكهربائية كأغطية حرارية لقدرته على العزل الكهربائي بوجود حرارة عالية. وفي البناء كونه يعيق امتداد اللهب.

ولقد بلغت ذروة استعماله وشيوعه في الصناعات المختلفة في خمسينيات القرن الماضي، حيث استخدم بشكل واسع جداً في البناء كجدر عازلة تحد من انتشار الحرائق وفي صناعة القرميد والأنابيب الأسمنتية الأسبستوزية والأرضيات والأسقف العازلة. كما استخدم بشكل واسع في صناعة السفن وخاصة في الحرب العالمية الثانية حيث استعملت آلاف الأطنان لتغطية وعزل الأنابيب وخطوط المراجل وتغطية المحركات وأجزاء التوربينات حيث كان هناك 4.3 مليون عاملاً في الملاحة البحرية في الولايات المتحدة خلال الحرب العالمية الثانية كان يتوفى 14 من كل ألف عامل بسبب الإصابة بورم المتوسطة وعدد غير معلوم بسبب الإصابة بالداء الأسبستوزي. وبشكل عام هناك مئة ألف شخص توفي أو أصيب بأمراض ناجمة عن التعرض للأسبست في الولايات المتحدة.

كما استخدمت ألياف الأسبست في تصنيع مكابح السيارات وفي صناعة الأحذية واستعيض عنه في منتصف تسعينيات القرن الماضي بالسيراميك والكربون المعدني وألياف الآراميد (Aramid fibre).

كما استخدم الأسبست في فترة ما في فلتر السجائر حيث كانت شركة كنت السابقة في هذا المجال واستخدمت ألياف الكروسه دوليت من عام 1952 وحتى 1956 في فلتر السجائر التي تصنعها.

وفي اليابان استخدم الأسبست بشكل خاص بعد الحرب العالمية الثانية في تصنيع سلفات الأمونيوم وفي البناء وبلغت ذروة استعماله حتى عام 1990 وتحدد استعماله بعد ذلك بشكل شديد . ويبين الجدول (1) أسماء بعض المواد الحاوية على الأسبست وبعض الصناعات التي تستخدم هذه المادة.

جدول (1)

أسماء بعض المواد الحاوية على الأسبستوز والمستخدمة في الصناعة

- المواد المستخدمة في تركيب العوازل الصوتية
- الأرضيات الأسفلتية
- المواد المستخدمة كأساس للتلميع
- المواد المستخدمة في عزل المراجل
- المواد المستخدمة في عزل التصدعات
- المواد المستخدمة كملاط في صناعة القرميد والأسقف القرميدية
- المواد المستخدمة في عزل الأسطح
- في صناعة الألواح والأنابيب الاسمنتية
- بعض ألواح الطباشير
- بعض أنواع معاجين تستخدم في البناء
- وصلات الأنابيب المرنة
- الأقمشة الكهربائية
- الحواجز الكهربائية
- عوازل الأسلاك الكهربائية
- كابحات المصاعد
- ستائر مقاومة للحرائق
- أبواب عزل للحرائق
- عزل الأفران
- الدهان الرمادي العازل
- شريط عزل الحرارة في وصلات الأنابيب
- مساند القطع الثابتة المستخدمة في الإضاءة

- مواد الوصلات
- مخليات المخابر للتهوية
- عازل أكواع أنابيب الصرف
- مواد التغليف
- ورق الجدران المضاد للحريق
- السطح الخلفي للعوازل المصنوعة من الألياف الزجاجية
- عوازل الأنابيب
- فواصل الجدران
- أرضيات الصب
- الأسقف المدحولة
- عوازل المغاسل وعوازل البخ
- الزخرفة بالجص
- صفائح مانعة للتزحلق
- دهان الطينة
- حواجز البخار
- أرضيات الفينيل
- أغطية الجدران المصنوعة من الفينيل
- في عمليات التزجيج

❖ **ملاحظة**: هذه اللائحة لا تحوي كل المواد الحاوية على الأسبستوز وإنما ذكرت لبيان أنواع المواد والصناعات التي قد تحتوي على الأسبست.

3. مصادر التعرض المهني والبيئي

Sources of occupational and environmental exposure

ينتشر الأسبست بشكل واسع في قشرة الكرة الأرضية، إذ يتواجد في كل صخور السيربنتين. وهو يتركز في أكثر من 40 دولة على رأسها جنوب أفريقيا وكندا والصين وروسيا، كما أن استعمالات الأسبست تعد بالآلاف من حيث التطبيقات التجارية والصناعية. وقد يكون انبعاث ألياف الأسبست من توضعاتها في الطبيعة مصدراً لتعرض الجمهور إلا أنه لسوء الحظ لا يوجد حقائق بين يدينا تشير لكمية هذه الألياف.

فالأسبست مادة كلية الوجود في البيئة المحيطة لتبعثر أليافه في مصادر الطبيعة لكن معظم الأسبست الموجود في الهواء والماء ينجم عن الاستعمالات الواسعة جداً له وخاصة استخراجه وطحنه وتصنيعه أو من جراء فساد أو هدم المواد الحاوية عليه. ويتواجد في المناطق الريفية بنسبة ضئيلة (أقل من ليف/ليتر) وذلك بالنسبة للألياف التي تزيد أطوالها عن 5 مكرومتر بينما تزيد هذه النسبة في المناطق الصناعية لتتراوح بين أقل من ليف إلى 10 ليف/ليتر وأحياناً أعلى من ذلك.

بينما تختلف مستويات التعرض المهنية حسب إجراءات السيطرة المطبقة على العمليات الصناعية فتبلغ عدة مئات من الألياف/مل في الصناعات والتعدين حيث لا تتواجد إجراءات سيطرة فعالة، تنخفض إلى 2 ليف/مل في الصناعات الحديثة حيث تطبق هذه الإجراءات بشكل صارم.

وقد تصل تراكيز الألياف في مياه الشرب إلى 200×10^6 ليف/ليتر (وذلك بالنسبة للألياف من كافة الأطوال).

وحالما تنبعث ألياف الأسبست سواء من المصدر الطبيعي أو الصنعي تبقى عالقة في الهواء إلى وقت طويل غير محدد بشكل دقيق.

1.3. المصدر الطبيعي Natural occurrence

كما ذكرنا آنفاً فإن الأسبست يتوزع بشكل واسع على القشرة الأرضية ويتواجد الكريزوتيل وهو الأكثر أهمية من الناحية الاقتصادية في معظم صخور

السيربنتين. ويتواجد بشكل قابل للاستثمار في أكثر من أربعين دولة حيث تحوي كندا وجنوب أفريقيا وروسيا وزيمبابوي على 90% من المخزون العالمي بينما يقتصر تواجد الأمفه بول بشكل أساسي في أستراليا وجنوب أفريقيا.

وفي أوروبا فإن حزام السيربنتين في جبال الألب يحوي على الكريزوتيل بالإضافة لألياف معدنية أخرى. وهذه الصخور قد تنتشر من خلال العوامل الجوية أو الفعاليات البشرية كالفلاحة ورصف الطرق واستخراجها من المناجم وفي بعض الأحيان قد يكون كمية الانبعاث من المصادر الطبيعية أكثر من تلك الانبعاثات الناجمة عن الفعاليات البشرية الصناعية.

وإن دراسة محتويات غطاء جزيرة غرينلاندا أظهرت أن عوالق الكريزوتيل موجودة قبل أن يستخدم تجارياً وذلك منذ تاريخ 1750 ميلادي. وهناك أيضاً دلائل على وجود الأسبست في الماء من المصادر الطبيعية. مثال على ذلك مياه الشرب في سان فرنسيسكو وكاليفورنيا وشيربروك وكويبك ووسط واشنطن.

وإن زيادة معدل حدوث الكثافات الجنبية وورم المتوسطة في بعض المناطق من بلغاريا وفنلندا واليونان وتركيا يعد دليلاً على التعرض لألياف معدنية أخرى مثل الأنتوفه ليت والتريموليت والسيبوليت والإيرونيت.

كما لوحظ وجود الأسبست في بعض مقالع الحجارة والحصى المستخدم في رصف الطرقات في ألمانيا والولايات المتحدة.

2.3. المصادر الصنعية

إن الفعاليات الإنسانية التي تسهم بشكل فعال في التعرض للأسبست يمكن أن تصنف في أربعة أقسام كبيرة:

الأول: هو عمليات التعدين والطحن للأسبست.

الثاني: هو الاستعمال الصناعي للأسبست (مثل استخدامه في العوازل الحرارية والصناعة الإسمنتية، وصناعة الأحذية... الخ).

الثالث: عمليات الهدم.

الرابع: عمليات النقل وترحيل المنتجات الحاوية على الأسبست.

وفي جميع هذه الحالات يجب تطبيق إجراءات مناسبة وإجراءات سيطرة هندسية لضمان عدم زيادة التراكيز للأسبست.

أ – الإنتاج:

إن الإنتاج الحالي للأسبست ازداد بمعدل 50% ما بين عام 1964 وعام 1973 حيث وصل إلى معدل 5 مليون طن بعد ذلك. لوحظ نقص الإنتاج لتاريخ 1983 باستثناء بعض الدول الأوروبية والدول النامية والتي زاد فيها معدل الطلب على هذه المواد.

ب – عمليات الاستخراج والطحن:

عادة ما يستخرج الأسبست من حفر مفتوحة حيث يكون انبعاث الأسبست هنا حصراً ناجم عن عمليات التفجير والحفر ونقل الصخور إلى مكان التكسير الأولي أو إلى مكب النفايات. حيث تكسر هذه الصخور لاحقاً وهنا يكون المصدر الآخر للانبعاث من خلال التكسير الأولي والنخل والغربلة والتكسير الثانوي ونقل الفلزات الرطبة، بعد ذلك يأتي مرحلة نقل هذه النواتج إلى مبنى التجفيف ومن ثم إلى مرحلة الطحن.

جـ – عمليات استخدام الأسبست:

حيث يستخدم الأسبست في آلاف التطبيقات الصناعية موضحة في المخطط (1) الاستخدامات الرئيسية له.

فاستعمالاته واسعة ومتعددة في العديد من البلدان وأحياناً كمادة مشاركة في تكوين المنتج النهائي كما في الصناعات الإسمنتية وصناعة الإسمنت الأسبستوزي والأسطح العازلة ومواد الاحتكاك وصناعة الورق، كما يدخل في صناعة النسيج والغزل وصناعة الألبسة الخاصة الواقية.

4. الخصائص الفيزيائية والكيميائية لألياف الأسبست

تتكون ألياف الأسبست من سيليكات مهدرجة ذات بنية بلورية متعددة، وتتميز بقوتها وقابليتها للمط والانحناء وثباتية خواصها الفيزيائية والكيميائية وقد تصل أطوال حزم الألياف هذه إلى عدة سنتمترات وتختلف أقطارها بشكل كبير إنما تبقى بحدود المليمترات، ولكن عندما تخضع للمعالجات الصناعية تنقسم إلى وحدات أدق قد تصل أبعادها لأجزاء من الميكرون.

تتواجد هذه الزمر من الألياف المعدنية بشكل طبيعي في بعض أجزاء من القشرة الأرضية وهي تنقسم في زمرتين أساسيتين: الأولى هي السيربنتين والثانية الأمفه بول.

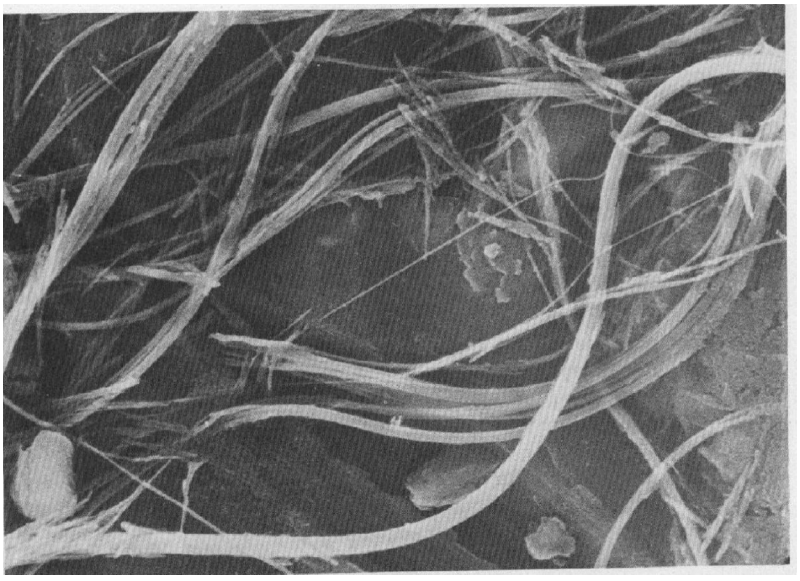
وتتعلق هذه الخواص الفيزيائية والكيميائية بثباتيته في البيئة أو الجو المحيط وسلوكه البيولوجي بما يتضمن طول الألياف وقطرها ومساحة الليف وطبيعته الكيميائية وخواص السطح وثباتية الليف ضمن الجسم المضيف.

1.4. زمرة السيربنتين

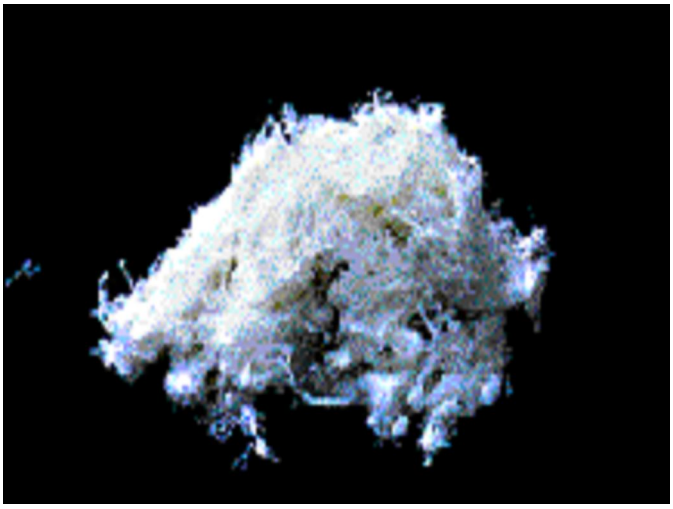
1.1.4. حيث تستخرج ألياف الكريزوتيل من صخور السيربنتين المنتشرة عالمياً، رمزه التجاري Cas No. 12001-29-5 ويسمى الأسبستوز الأبيض، أليافه منحنية ومتلازمة بإحكام عكس باقي الأشكال الإبرية ويستعمل ضمن شروط محددة في أوروبا والولايات المتحدة وهو أشيع استعمالاً من باقي الأنواع، فهو بشكل 95% من الأسبستوز المستعمل في البناء في أمريكا، وأكثر تطبيقاته في تصنيع أماكن الوصل joint-compound فهو أكثر مطاوعة من الأمفه بول وحتى يمكن نسجه بشكل قماش.

وتتألف الوحدة الأساسية للكريزوتيل من صفائح سيليكات مؤلفة من رقائق سيليكا رباعية الهيدروجين متلازمة ومغطاة بطبقة من البروسيت تكون منحنية قليلاً. وطول ليف الكريزوتيل يتراوح بين 1–20 ملم وقد يصل حتى 100 ملم. وهي تتخرب بالتعرض للمواد الحمضية حيث تتحرر أيونات المغنزيوم وتتشكل بقايا سيليسية. وتتخرب بشكل كامل إن وضعت لمدة ساعة كاملة في محلول حمض

كلور الماء بدرجة 95°. فألياف الكريزوتيل حساسة جداً للحموض بينما مقاومة لهيدروكسيد الصوديوم أكثر من ألياف الأمفه بول الأخرى.



صورة بالمجهر الإلكتروني تبدي ألياف الكريزوتيل



ألياف الكريزوتيل المنحنية

2.4. زمرة الأمفه بول

تتألف من سلسلة مضاعفة من السيليكا رباعية الهيدروجين ترتبط مع بعضها من خلال جسور دون وجود ذلك التجوف المميز في ألياف الكريزوتيل. حيث يشكل المغنزيوم والحديد والكالسيوم والصوديوم البنية الأساسية في تركيب هذه الألياف (انظر الجدول 2).

إن بنية ألياف الأمفه بول وتركيبها الكيميائي والفيزيائي يسمح بتغطية استعمالات واسعة. وبينما تكون طبيعة ترابط ألياف الكريزوتيل مع بعضها بحيث تشكل وحدات من الألياف وحزم، فإن ألياف الأمفه بول من حيث تكسرها ولبنيتها الكريستالية فتتشكل ألياف دقيقة لا يتجاوز قطرها 4 نانومتر. وإن آلية تكسر ألياف الأمفه بول هامة من الناحية البيولوجية حيث ينجم عن ذلك عدد من الذرات طبيعة سطحها وقابليتها للاستنشاق تساهم في اختراق هذه الألياف إلى الخلايا الهدف وتحديد الجرعة المأخوذة.

1.2.4. الأموسيت Amosite

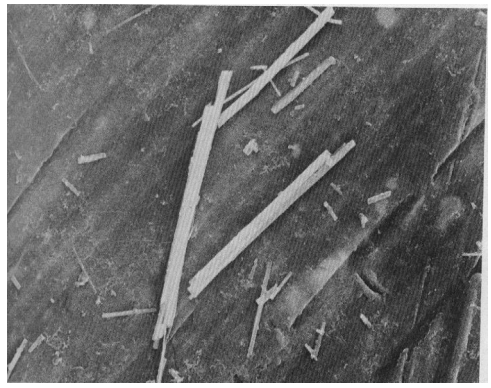
الرمز التجاري Cas No. 12172-73-5

ويعرف تجارياً باسم كومينغتونيت غرانزيت Cummingtonite-Grunerite

كما يعرف في مناجم الأسبست في جنوب أفريقيا بأغرانيم Acranym

صيغته الكيميائية: $(Fe^{MG})nSi_8O_{22}(OH)_2$ ويسمى الأسبستوز البني.

وتختلف هنا نسبة شوارد الحديد إلى المغنزيوم إنما تبقى حوالي 5.5/1.5 وبشكل عام فإن ألياف الأموسيت أكبر من الكروسه دوليت إنما أصغر من جسيمات الأنتوفه ليت. وإن معظم ألياف الأموسيت لها حواف مستقيمة.



صورة لألياف الأموسيت بتكبير 1800

2.2.4. ألياف الكروسه دوليت

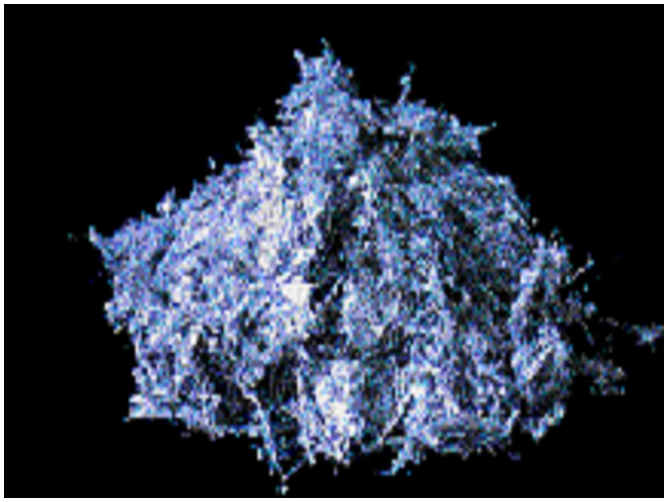
الرمز التجاري Cas No. 12001-28-4

الصيغة الكيميائية $Na_2Fe_3^{+2}Fe_2^{+3}\ Si_8O_{22}(OH)_2$

ويسمى أيضاً الأسبستوز الأزرق (كما يسمى أيضاً أسبستوز الريبيكيت). يتواجد بشكل رئيسي في جنوب أفريقيا وكذلك في أستراليا ومن المحتمل في روسيا.

وألياف الكروسه دوليت أقصر وأدق من الألياف الأخرى لزمرة الأمفه بول، عرضها أقل من 1مكرومتر تصطف بشكل حزم ذات أطوال كبيرة. بنيتها بللورية تحوي عصابات مترابطة مؤلفة من بوليميرات السيليكات.

وألياف أقل مقاومة للحرارة إنما مقاومة للحمض بشكل فعال مما يفيد في استعمالاته وبشكل كبير في التطبيقات التي تحتاج إلى كونها مقاومة للحمض. كما لها قابلية للانثناء والغزل، وعلى النقيض من الكريزوتيل عادة ما يكون الكروسه دوليت ملوثاً بمقادير منخفضة من الهيدروكربونات الحلقية العطرية مثل بنزه بيرن، وهو يشكل 4% من الأسبست المستعمل.



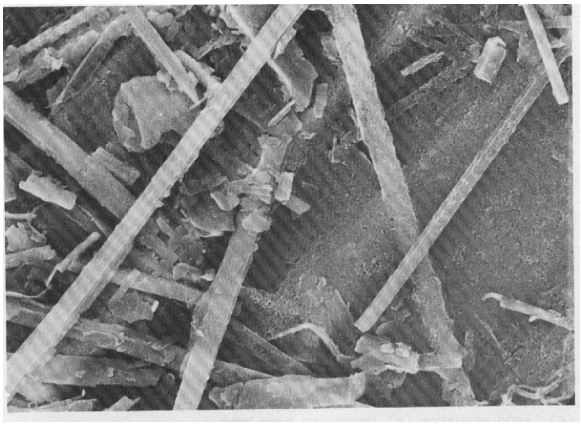
ألياف الكروسه دوليت الزرقاء

3.2.4. الأنتوفه ليت

الرمز التجاري Cas No.

الصيغة الكيميائية

عبارة عن ألياف ذات شكل معين تحوي ذرات الحديد والمغنزيوم غالباً ما تترافق مع توضعات لبودرة التالك كما تميل للتكتل بشكل أكثر من باقي ألياف الأسبستوز.



صورة بالمجهر الإلكتروني تبدي ألياف الأنتوفه ليت

4.2.4. تريموليت

الرمز التجاري Cas No. 77536-68-6

صيغته الكيميائية $Ca_2\ Mgs\ Si_8O_{22}(OH)_2$

وهو عبارة عن أمفه بولات تحوي سلاسل من الكلس والمغنزيوم.

5.2.4. أكتينوليت

الرمز التجاري Cas No. 77536-66-4

الصيغة الكيميائية $Ca_2\ (Mg,Fe)\ (Si_8O_{22})(OH)_2$

حيث يكون الحديد هنا كبديل.

ونادراً ما يستعمل النوعان الأخيران بشكل صافٍ حيث يتواجدان بشكل ملوث لباقي أنواع الأسبستوز، فيكون التريموليت ملوث للكريزوتيل والتالك ويتواجد الأكتينوليت مع الأموسيت.

وتتقارب أبعاد ألياف التريموليت والكروسه دوليت والأموسيت. وهناك أنواع أقل تواجداً واستعمالاً مثل:

Richtenite صيغته الكيميائية $Na(CaNa)\ (Mg2Fe)^{++}{}_S(Si_8O_{22})(OH)_2$

Winchnite صيغته الكيميائية $(CaNa)\ Mg_4(Al,FE^{+3})\ (Si_8O_{22})(OH)_2$

والتي يمكن أن تتواجد مختلطة مع مواد أخرى كالفيرميكوليت، والزونوليت في صناعات العوازل.

وهذه الأشكال ليست أقل ضرر صحي وأذى من التريموليت والأموسيت والكروسه دوليت لكن كون ألياف غير منتظمة فيشار لها أشباه الأسبستوز (Asbestiform). وفي عام 2005 تم إنتاج 2.2 مليون طن من الأسبستوز عالمياً معظمها من قبل روسيا حوالي 40% وبعدها الصين وكازاخستان.

3.4. الخواص الفيزيائية والكيميائية للألياف الطبيعية المعدنية الأخرى

هناك الكثير من المعادن غير الأسبستوز توجد في الطبيعة بالشكل الليفي حيث تدخل الهواء المحيط عبر الفعاليات البشرية أو عوامل الحت الطبيعي. وهذا له أهمية متزايدة كونه يرتبط بحدوث أمراض محدودة في شروط وعوامل معينة (مثل حالة الميزوتيليوما الناجمة عن التعرض للإيريونيت في تركيا) وأهميتها أيضاً تنبعث من إمكانية اقتراحها كبدائل للأسبستوز.

1.3.4. ألياف الزيوليت المليفة Fibrous zeolite

الزيوليت عبارة عن بللورات سيليكات الألمنيوم تتألف الوحدة الأساسية فيها من رباعي الهيدروجين مكون من ذرات سيليكون أو ألمنيوم محاطة بـ4 ذرات أوكسجين. وهذه الوحدات رباعية الهيدروجين تتحد مع بعضها بروابط أوكسجينية.

ومع أن هناك أكثر من 30 نوع للزيوليت الطبيعي فهناك أربعة أنواع منها مليفة فقط وهي مبينة في الجدول 2 التالي:

جدول رقم (2) يبين أشكال الزيوليت المليفة الأربعة مع صيغتها الكيميائية

Chabasite	$Ca(Al_2Si_4O_{12}).\ 6H_2O$
Clinoptiololite	$(Na2K_2ca)\ (Al_2Si_9O_{22}).\ 7H_2O$
Erionite	$(Na2K_2caMg)4.5\ (Al_2Si_{27}O_{72}).\ 27H_2O$
Mordenite	$(Na2K_2ca)\ (Al_2Si_{10}O_{24}).\ 7H_2O$

وتشابه ألياف الايريونيت في أبعادها ألياف الأسبست إنما غالباً ما تكون أقصر طولاً.

2.3.4. ألياف سيليكانية أخرى مليفة:

نذكر منها مع صيغتها الكيميائية:

Attapulgite: $Mg_5Si_8O_{20}(OH)_2(H_2O)_4.4H_2O$
Sepiolite: $Mg_8Si_{12}O_{30}(OH)_4(H_2O)_4.8H_2O$
Wollastonite: $CaSiO_3$

وبعض من هذه الألياف كالأول تتخذ أشكالاً تشبه ألياف الكريزوتيل والأمفه بول تماماً إذ تظهر في المجهر الإلكتروني كألياف مجوفة أو ذات مظهر تشبه رقائق الأمفه بول.

ويُنظر باهتمام لألياف وولستونيت كبديل للأسبست، إذ تملك البنية الأساسية سلسلة لها ولع بأكسيد السيليس حيث تربط بينها ذرات الكلس.

4.4. علاقة الصفات الفيزيائية والكيميائية بالتأثيرات البيولوجية

إن أهم خاصية تؤثر في القابلية لاستنشاق ألياف الأسبست هي قطر الليف. فكلما كان قطر الليف أصغر تكون عدد الجسيمات في وحدة كتلة الغبار أكبر وعدد الذرات القابلة للاستنشاق أكثر مما يزيد الاستنشاق الفعلي وبالتالي الوصول إلى المناطق البعيدة في الرئتين.

ويمكن القول أن طول الليف وكيميائية سطحه والخواص الفيزيائية والكيميائية هي من العوامل التي تلعب دوراً في السيطرة على الفعالية البيولوجية لألياف الأسبست.

5. التأثير الصحي لألياف الأسبست على جسم الإنسان

يعتبر التعرض للأسبست في بيئة العمل من الأسباب الرئيسية عالمياً في حدوث الأمراض المهنية وذلك منذ عام 1950 ولا يزال الأكثر أهمية في حدوث الوفيات الناجمة عن العمل. وهذه الوفيات تسبب إزعاجاً ومعاناة نفسية لأولئك الناس وأصدقائهم وأقاربهم.

ولقد أشارت الدراسات الوبائية وبشكل رئيسي المجراة على زمرة متعرضة مهنياً إلى أن كل أشكال ألياف الأسبست يمكن أن تتوافق في حال التعرض لها مع تليف رئوي منتشر أو سرطان قصبي أو أورام بدئية في الجنب أو البريتوان، وقد تحدث سرطانات بالجهاز الهضمي والحنجرة إنما لم تثبت بشكل أكيد العلاقة السببية. كما قد يسبب التعرض للأسبست تبدلات في الوريقة الجنبية الحشوية والجدارية.

كما أن التدخين يزيد في معدل الوفيات بسبب الداء الأسبستوزي ويزيد في خطر حدوث سرطان الرئة لدى الأشخاص المتعرضين للأسبست دون أن يزيد في خطر حدوث ورم المتوسطة (الميزوتليوما) والتي غالباً ما تكون مميتة وبشكل سريع. علماً أن معدل حدوث هذه الأورام والذي كان منخفضاً، قد ازداد بشكل سريع لدى الرجال في البلدان الصناعية منذ ثمانينات القرن الماضي.

علماً أنه من النادر أن تتسبب الميزوتيليوما عن التعرض للكريزوتيل لوحده، إذ أن معظم وليس كل حالات ورم المتوسطة تعرض ذووها للأمفيبول وبشكل خاص ألياف الكروسيدوليت سواء لوحدها أو بالمشاركة مع الكريزوتيل.

كما أن هناك دلائل قوية أن ألياف الايريونيت، وهي ألياف لا أسبستية مليفة، أنها مسرطنة لدى الإنسان.

كما أن ألياف الزيوليت تتهم في حدوث الميزوتيليوما في تركيا. وإن ثخانة الوريقة الجنبية الحشوية غالباً ما يكون مرافقاً للداء الأسبستوزي بينما ثخانة الوريقة الجدارية الذي يترافق أحياناً مع تكلس قد يحدث في غياب الداء

الأسبستوزي. ويمكن أن يلاحظ ذلك في التعرض المهني وكذلك بشكل مستوطن في بعض البلدان.

وقبل أن ندخل في هذه التأثيرات الصحية بشكل مفصل نتكلم نبذة عن تاريخ المخاطر الصحية وتدرج اكتشافها والتعامل معها:

1.5. تاريخ المخاطر الصحية المتعلقة بالأسبست

History of health concerns and regulation

منذ القدم وفي القرن الأول لوحظ لدى الإغريق والرومان حدوث أذيات رئوية أصيب بها أولئك العبيد الذين كانوا يستخدمون في نسج الأسبست. وفي الفترة ما بين 1900 و1920:

تزايد القلق بصدد الأمراض الناجمة عن التعرض للأسبست وذلك عندما نشر الدكتور م. ماري Mantague marray نتائج تشريح الجثة لشاب توفي في معمل للأسبست في النسيج الرئوي لهذا الشاب وعبر عن رأيه بحزم حيث قال أن استنشاق ألياف الأسبست يساهم على الأقل إن لم نقل يسبب وبشكل أكيد موت العاملين.

وفي الولايات المتحدة كانت المشاهدات بداية ضئيلة لم تستطع أن تربط بين المرض والمهنة، تلاها دراسات أوسع وأكثر شمولاً عززت هذه العلاقة وإحدى هذه الدراسات نشرت عام 1918 ولحظت أن جميع العمليات الصناعية هذه تنضوي وبلا جدل على مخاطر صحية هامة.

وما بين 1920 – 1930:

تم هنا تمييز مخاطر الأسبست وبشكل واضح من قبل المشرح المرضي كوك Cooke حيث قدم عام 1924 حالة امرأة عمرها 33 سنة تعمل في صناعة الأسبست تعاني من التهاب قصبات مزمن مع تليف رئوي.

وفي عام 1927 سجل الدكتور كوك حالة لشاب عمره 33 سنة هو الوحيد الباقي على قيد الحياة بين عشرة عمال يعملون في غرفة لقطع أنابيب الأسبست وأطلق تسمية الداء الأسبستوزي في تقريره هذا. بعد ذلك تقدم الدكتور كوك بنتائج الدراسة التي تمت على 360 عاملاً في النسيج الأسبستوزي. وبين أن ربع العينة المفحوصة لديهم تليف رئة مما انعكس ذلك على تحسين وضع إجراءات

السلامة المهنية في الصناعات التي تستعمل مادة الأسبست في الثلاثينيات من القرن العشرين وتضمن ذلك إجراء الفحوص الدورية ورفع مستوى السلامة المهنية مع إجراءات إدارية بشأن تحسين التعويض في بريطانيا. وأول إجراء تعويض بسبب داء أسبستوزي في الولايات المتحدة كان عام 1927، علماً أنه تم إثبات الأذية الرئوية بتشريح الجثة لعامل يعمل في مناجم للأسبست في جنوب أمريكا وذلك تم في مشفى ميوكلينيك.

وفي عام 1930: قدمت شركة جونز - مانفيل وهي أكبر شركة في صناعة الأسبست تقريراً عن حدوث وفيات عمالية ناجمة عن التعرض للأسبست.

وفي عام 1932: أشارت رسالة من مناجم في البيرو لمصنعي الأسبست (إيغل-بيتشر Eagle-Picher) بنص حرفي يقول: «والآن أصبح من الواضح أن أغبرة الأسبست تعد أحد أخطر الأغبرة التي يتعرض لها الإنسان».

وفي عام 1933: وجد أطباء شركة التأمين على الحياة ميتروبوليتان Mitropolitan Life Insurance Co. (MLIC) أن 29% من العاملين في معامل جونز مانفيل لديهم داء أسبستوزي.

وفي عام 1934: أصدر مسؤولو أكبر شركتين للأسبست (جونز مانفيل ومانهاتن) تقريراً عن الأمراض التي تصيب العاملين بسبب التعرض للأسبست نظم من قبل أطباء (MLIC).

وفي عام 1935: وجهت إدارة المعملين محرري مجلة الأسبستوز لعدم نشر المزيد حول الأسبست وتأثيراته الصحية.

وفي عام 1936: وافقت مجموعة شركات الأسبست أن ترعى أبحاث الأثر الصحي لأغبرة الأسبست على أن تبقى النتائج محاطة بالسرية والكتمان.

وفي العقد 1940: في عام 1942 صرح رئيس مجموعة جونز مانفيل أنه على مدراء شركات الأسبست جميعاً رصد حالات الداء الأسبستوزي لدى عمالهم، وفي عام 1944 نشرت الـ(MLIC) دراسة لـ42 حالة داء أسبستوزي من أصل 195 عاملاً كانوا يعملون في أحد مناجم الأسبست.

وفي العقد السادس: 1950 - 1960

سمحت الشركات الراعية لأبحاث الأسبست بنشرها النتائج ولكن بعد أن أزالت كل ما يشير لوجود علاقة مع السرطان.

وفي عام 1952 أوصى الدكتور كينيث سميث وهو المشرف الطبي لمجموعة مانفيل بوضع لصاقة تحذير (warning labels) على المنتجات الحاوية على الأسبست وكان اقتراح غير ناجح حيث صرح سميث بعد ذلك بعدم جدوى هذا الإجراء الذي يشكل عبئاً وظيفياً وفنياً ويمكن أن ينتهي إلى تورط كبير.

وفي عام 1953 كتب مدير إجراءات الصحة والسلامة في شركة جيبسوم العالمية لقسم الإصحاح المهني في إنديانا وذكر أن العاملين في صناعة اللواصق يرتدون كمامات واقية لاحتواء المنتج على الأسبست.

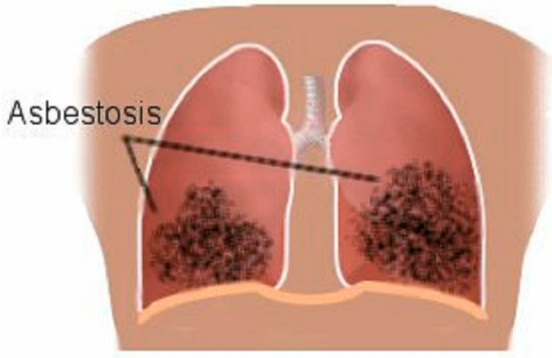
وفي عام 1989 اعتبرت وكالة حماية البيئة (Environmental Protection Agency) EPA أن الأسبستوز مادة خطرة ونادت بحظر استخدامه.

واعتبرت حدود التراكيز 7 مليون ليف/ليتر في مياه الشرب للألياف الطويلة والتي طولها أكثر أو يساوي 5 ميكرون. بينما سمحت الـOSHA بحدود 100000ليف/متر مكعب في العمل لـ8 ساعات عمل لـ40 ساعة أسبوعياً.

2.5. التعرض المهني

1.2.5. الداء الأسبستوزي

يعتمد تشخيصه على قصة التعرض والأعراض والعلامات السريرية والمظاهر الشعاعية لصورة الصدر ووظائف الرئة التي عادة ما تعكس التأثيرات البيولوجية في الحالات النموذجية الشديدة وهذا ما يجعل التشخيص سهل وأكيد في الحالات المتقدمة بينما يكون صعباً وغير أكيد في الحالات المبكرة من المرض. ونادراً ما يتطور الداء ولو في الأطوار المبكرة منه بفترة تعرض أقل من 20 سنة على أنه في معظم الحالات تتفاقم حالة الداء الأسبستوزي بعد إيقاف التعرض.



الداء الأسبستوزي

ويعرف الداء الأسبستوزي بأنه تليف في البرانشيم الرئوي مع أو بدون تبدلات جنبية.

صورة صدر
تبدي داء أسبستوزي

الآلية الإمراضية: يعتقد أن ألياف الأسبست تسبب التهاب رئوي وبالتالي تليف بسبب فعالية البالعات السنخية، وإن آلية التفعيل هذه لم تتوضح بشكل دقيق. إلا أن شكل الألياف وقابليتها النسبية لتدمير النسيج الرئوي تلعب دوراً هاماً في ذلك. إذ تستمر الألياف في تواجدها في النسيج الرئوي لعدة سنوات بعد استنشاقها، وبسبب شكلها الطويل ووقتها قد لا تستطيع البالعة السنخية أن تبتلعه بشكل تام. وبالتالي فإن ليف واحد قد يفعل سلسلة من البالعات عبر فترة زمنية طويلة، وهذا ما يفسر وجود طور خفي طويل نسبياً بين بدء التعرض وتطور حدوث الداء الأسبستوزي ويفسر أيضاً استمرارية الداء وتطوره لأكثر من سنة بعد إيقاف التعرض.

وغالباً ما يترافق الداء الأسبستوزي مع أذية حاصرة رئوية تتجلى بشكل واضح أكثر منها في الداء السيليكوزي والتغبر الرئوي لدى عمال الفحم. كما يلاحظ لدى المرضى المصابين نقص في سعة الانتشار ونقص في الحجوم الرئوية أحدهما أو كليهما. وقد يحدث لدى العمال المتعرضين نقص انسداد طفيف في الطرق الهوائية.

التشريح المرضي

تشبه الموجودات التشريحية المرضية تلك الموجودة في أشكال التليف الرئوي الأخرى كالتليف الخلالي المجهول السبب.

حيث يتظاهر الالتهاب السنخي بوجود بالعات وخلايا معتدلة ومناطق غير منتظمة من زيادة الكولاجين وأكثر ما تلاحظ في قاعدة الرئتين والمناطق تحت الوريقة الحشوية للجنب. ويلاحظ أحياناً منظر عش النحل إلا أنه ليس القاعدة. والمنظر المميز الوحيد هو الجسيم الأسبستوزي.

والذي يتألف من الليف الأسبستوزي مغطى بطبقة من عديدات السكريد المخاطية والبروتين مع حبيبات الفرتين. وهو يشكل أقل من 1% من كامل الألياف المحتجزة في الرئتين.

ولا يعتبر كشف الجسيم الأسبستوزي بالمجهر الضوئي مشعر نوعي وحساس للداء الأسبستوزي كونه قد يتواجد في رئات سكان المدن دون وجود تليف وكثيراً ما لا نستطيع كشفه لدى مرضى مصابين بالداء الأسبستوزي. كما قد تشكل ألياف أخرى مستنشقة أجسام مشابهة له كالغرافيت والصوف الزجاجي. وقد يتخذ الجسيم الأسبستوزي شكلاً منحنياً سبحياً منفوخ النهايات وهو قد يتواجد في البرانشيم الرئوي والجنب والقشع وسائل الانصباب الجنبي.

ولا يوجد هناك ما يشير أن لشكل ألياف الأسبستوز بشكل أكيد علاقة بتكرار أو شدة حدوث التليف الرئوي، علماً أن خطورة الحدوث أكثر في الصناعات النسيجية منها في عمليات التعدين والطحن وصناعة مواد الاحتكاك.

كما أن معدل الوفيات الناجمة عن الداء الأسبستوزي لدى العمال المتعرضين بشكل كثيف يتعلق بالزمن الذي مضى على التعرض الأول وشدة هذا التعرض دون أن يكون له علاقة بالعمر ويزداد بوجود التدخين.

ورغم أن العلاقة بين خطورة حدوث الداء وشدة التعرض في المستويات المنخفضة هي علاقة خطية إلا أن ذلك غير مثبت في حالات التعرض الغزيرة والكتلية.

الموجودات السريرية

الأعراض والعلامات: تعتبر الزلة التنفسية أكثر الأعراض شيوعاً في الداء الأسبستوزي وتبدأ بشكل متدرج بدءاً من عدم تحمل للجهد لتتطور خلال عدة سنوات وببطء ولو توقف التعرض.

ومن الشائع أيضاً حدوث السعال إلا أنه غير منتج للقشع أو يكون ضئيل الكمية. وأكثر العلامات أهمية هو سماع خراخر بالقاعدتين وتبقرط الأصابع. علماً أنه في كثير من الأحيان تكون هاتان العلامتان غائبتين ولو في الأطوار المتقدمة من المرض.

الأشعة: تبدي صورة الصدر الشعاعية عتمات قاعدية غير منتظمة تعف عادة عن الفصوص العلوية. وحوالي 10% من المرضى المصابين بأذية رئوية حاصرة ناجمة عن الأسبست ليس لديهم تبدلات بارانشيمية واضحة على الصورة الخلفية الأمامية والجانبية للصدر. والتبدلات الجنبية غالباً ما تتواجد إلا أن غيابها لا ينفي الداء الأسبستوزي.

الصورة المائلة الشعاعية للصدر Oblique chest Xray تساعد في كشف الداء أو تحديد انتشاره في حالات التبدلات الجنبية الشديدة.

وقد يكون التصوير الطبقي بالمقاطع الرقيقة أكثر حساسية في تمييز التبدلات البارانشيمية إلا أن نوعية هذه التبدلات لا يحددها بشكل دقيق وبالتالي لا ينصح به كأداة في الفحص الدوري المهني.

وظائف الرئة:

تبدي اختبارات وظائف الرئة نقص في الحجوم الرئوية مما يعكس أذية رئوية حاصرة – مع نقص في سعة الانتشار الرئوي وقد يوجد نقص طفيف في الجريان الرئوي.

اختبارات خاصة Special examination

قد يكون من المفيد إجراء اختبار الجهد الرئوي وخاصة في المرضى الذين يعانون من زلة مع كون الحجوم الرئوية الساكنة طبيعية أو قريباً من الطبيعي.

وإن ازدياد الممال لقيم غازات الدم السنخية الشريانية لدى الجهد يشير لوجود انسداد أو تخرب في الأوعية الرئوية. إلا أن هذه الموجودات غير نوعية.

التشخيص التفريقي:

يجب تمييزه في تليفات الرئة الخلالية الناجمة عن أسباب مغايرة. كما يجب استبعاد الحالات المتطورة والممكنة العلاج لدى أولئك المرضى الذين يعانون من أعراض وتدهور في وظائف الرئة. ولا يكون التشخيص النوعي للداء إلا بخزعة الرئة المفتوحة لأخذ كمية كافية من النسيج الرئوي من أجل التقييم الدقيق للداء. إلا أن خزعة الرئة عبر القصبات يبقى الإجراء الأسهل والأفضل والذي يمكن من خلاله تشخيص الساركوئيد والورم الحبيبي الحمض.

وفي المرضى الذين لديهم قصة تعرض واضحة للأسبست فإن وجود الثخانة الجنبية في الجانبين والتكلسات الحجابية والتليف البارانشيمي في القاعدتين يشير بقوة لتشخيص الداء الأسبستوزي.

المضاعفات: التطور الرئيسي للداء الأسبستوزي هو حدوث القصور التنفسي والاضطرابات الأخرى الناجمة عن التعرض للأسبست كالسرطان القصبي وورم المتوسطة تعتبر عقابيل مستقلة ناجمة عن التعرض للأسبست أكثر منها اختلاطات للداء الأسبستوزي.

الوقاية والعلاج:

أشارت وكالة حماية البيئة إلى التخلص من جميع المناجم ومنع استيراده وتطبيقاته إلا أنه ولو بعد تطبيق ذلك فإن التعرض للأسبست لا يزال يحدث من خلال تواجده في السفن المستخدمة في الملاحة وفي الأبنية والإنشاءات الأخرى.

فحيثما يتواجد الأسبست يجب الإحاطة به وعزله وإغلاق الجو المحيط به خاصة إن كان لديه القابلية للتطاير. وإن إزالة الأسبست وتجديد المباني الحاوية عليه يجب أن يتم من قبل أناس مدربين وباستخدام وسائل الوقاية التنفسية. ولا يوجد علاج نوعي للداء الأسبستوزي كما هو الحال في تغبرات الرئة لدى عمال الفحم ونقتصر على الإجراءات الداعمة لدى من تتطور لديه الزلة التنفسية أو القصور التنفسي.

الإنذار: عادة ما يكون الداء الأسبستوزي داء خفيف الشدة إذ يتطور ببطء وقد يتوقف سيره أحياناً. وفي حال تطوره يمكن أن تتفاقم الأعراض حتى حدوث القصور التنفسي والموت ولو بعد إيقاف التعرض، وبسبب فترة الكمون الطويلة له فإن التعرض المكثف للأسبست الذي حدث في أواسط وأواخر القرن الماضي يسمح برؤية كثير من حالات الداء الأسبستوزي والتي سوف تستمر لعدة سنوات مقبلة.

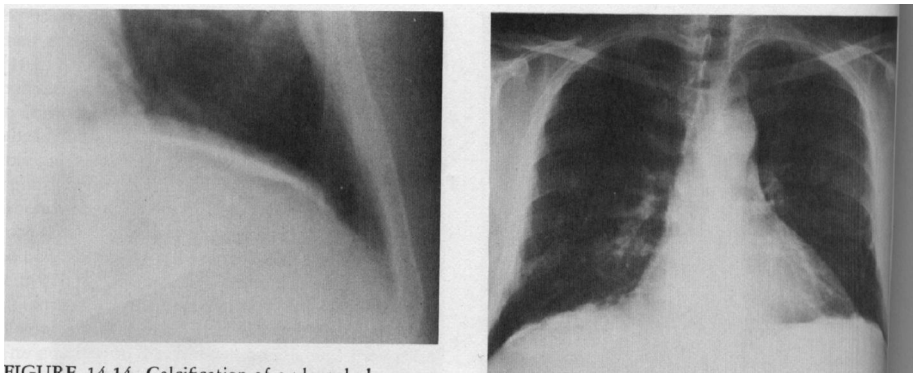
2.2.5 اضطرابات الجنب

إن التعرض للأسبستوز قد يسبب تبدلات جنبية تتظاهر بثخانة جنبية جدارية أو حشوية أو صفائح جنبية موضعة مع تكلسات جنبية وفي الحجاب الحاجز والتي يمكن أن تظهر في صورة الصدر الشعاعية الخلفية الأمامية وعادة ما تكون ثنائية في الجانبين. إذ غالباً ما تكون التبدلات الجنبية في طرف واحد ناجمة عن عوامل أخرى كالرض والإنتان والريح الصدرية. ومع أن الصفائح الجنبية قد تتكلس وخاصة المتوضعة على الحجاب الحاجز إلا أنها لا تسبب أعراض رئوية وأهميتها تكمن في كونها دليل تعرض للأسبست.

إلا إن كانت من الكثافة بحيث تسبب نقص في السعة الرئوية الكلية والسعة الحيوية مع حدوث زلة تنفسية شديدة. وقد يترافق التعرض للأسبست مع انصباب جنب نتحي سليم والذي يكون في بعض الأحيان ثنائي الجانب وغالباً ما يحدث بعد 10–20 سنة على بدء التعرض وغالباً ما يكون الانصباب هذا معاوداً ويجب نفي الأسباب الأخرى وعلى رأسها ورم المتوسطة. ويشمل التقييم الزرع والفحص الخلوي للسائل وخزعة الجنب. معظم هذه المظاهر الجنبية السليمة لا تحتاج للمعالجة عدا بعض الحالات النادرة التي تتطور لديهم أذية حاصرة شديدة حيث يمكن اللجوء لتقشير الجنب والذي لا يكون في جميع الحالات مجدياً لوجود تليف رئوي مرافق.

ويمكن القول أن التعرض للأسبست قد يسبب التهاب جنب حاد حشوي والذي يسير جنباً إلى جنب مع حدوث الداء الأسبستوزي وبالتالي فهو أحد مظاهر هذا الداء في التعرضات المهنية الكثيفة للأسبست❖. بينما الثخانة الجنبية الجدارية أو الصفائح الجدارية لا تترافق بالضرورة مع الداء الأسبستوزي وتميل للحدوث في حالات التعرض المهني الخفيف. ويمكن أن تكون مشعر يدل على حالات التعرض البيئي، كما أن نسبة الشيوع الكبيرة للصفائح الجنبية في عدة بلدان أوروبية يعزى أيضاً إلى التعرض البيئي لألياف معدنية متنوعة.

كما أن التبدلات الجنبية تتعلق بالفترة المنصرمة عن التعرض الأول أكثر مما تتعلق بالجرعة المتراكمة. وإن التكلسات الجنبية تشاهد كعقابيل متأخرة جداً للتعرض المهني.



التكلسات الجنبية الناجمة عن التعرض للأسبست

❖ ونلاحظ الثخانة الجنبية الحشوية في صورة الصدر الشعاعية الخلفية الأمامية عبر الشق الصغير.

3.2.5 السرطان القصبي الناجم عن التعرض للأسبست.

أشارت التقارير الأولى في الدراسات التي أجريت عام 1935 من قبل لينش وسميث وغلوين أن للأسبست علاقة مع حدوث السرطان القصبي، وأول الدراسات الوبائية التي وثقت هذه العلاقة كان من قبل Doll❖ عام 1955 ومنذ ذلك التاريخ أنجزت أكثر من ثلاثين دراسة حشدية (Cohort study) في المجتمعات المهنية الصناعية في عدة بلدان: أكبرها كانت من قبل دونالد عام 1984 والتي أثبتت العلاقة بين التعرض للأسبست وحدوث السرطان القصبي علماً أن هناك العديد من الدراسات التي لم تثبت وجود علاقة ذات مغزى إحصائي بين معدل الوفيات بسبب السرطان القصبي والتعرض للأسبست.

1.3.2.5. العلاقة بين السرطان القصبي ونوع ألياف الأسبست

ليس من الواضح في أن الكريزوتيل والكروسه دوليت والأموسيت تختلف من حيث فعاليتها في إحداث السرطان القصبي. حيث أنه في حالات التعرض المهني يحدث التعرض لخليط من هذه الألياف باستثناء التعدين والطحن.

إن معدل حدوث السرطان القصبي لدى عمال مناجم الكروسه دوليت في أستراليا يزيد 5 أضعاف تقريباً عنه لدى عمال مناجم الكريزوتيل في كندا (Hobbsetol 1980).

❖ دراسة دول عام 1955 أول دراسة حشدية راجعة
حيث وجد 11 حالة وفاة بسبب سرطان قصبي بين 113 عامل أسبستوز لديهم خدمة أكثر من 20 سنة وجميعهم لديهم علامات الداء الأسبستوزي. حيث المتوقع هنا 0.8.
كما لاحظ سيليكوف ورفاقه من خلال دراسة ثلاثة مجموعات وجود 20% من الوفيات بسبب السرطان القصبي:
الأولى: 632 عامل في العوازل الأسبستوزية 93 منهم توفوا بالسرطان القصبي حيث المتوقع 13.3.
الثانية: 933 عامل في معمل للأموسيت 84 توفوا بالسرطان القصبي حيث المتوقع 13.4.
الثالثة: 17855 عامل في الولايات المتحدة وكندا يعملون في العوازل الأسبستوزية 486 منهم توفوا بالسرطان القصبي بينما المتوقع 105.6 فقط.
ولقد تم استخلاص ثلاثة معطيات:
1 – هناك طور خفي حوالي 20 سنة قبل ملاحظة الزيادة في حدوث السرطان القصبي.
2 – كلما كانت الجرعة المتعرض لها أكبر أو مدة التعرض أطول كلما كانت خطورة تطور السرطان أكبر (dose-response)
3 – كلما كان زمن التعرض أكبر كلما كانت الفترة اللازمة لتطور السرطان أقل (dos Induction periodd).

كما أشارت الدراسات بعد ذلك إلى انخفاض معدل حدوث السرطان القصبي لدى المتعرضين للكريزوتيل لوحده عنه لدى المتعرضين لخليط من الأمفه بول والكريزوتيل علماً أن هذه النتائج لم تكن قطعية. فالدراسات التي تمت مؤخراً على مصنعين للنسيج أحدهما يستخدم الكريزوتيل لوحده والآخر يستخدم الكريزوتيل والأمفه بول لم تظهر فرقاً بين المصنعين من حيث نسبة حدوث السرطان القصبي. وعلى كل حال فإنه من الصعوبة بمكان استخلاص النتائج الدقيقة من الدراسات المقطعية المقارنة بسبب اختلاف مستويات التعرض الفعلي وعوامل الخطورة الأخرى علماً أنه وجد في دراسة من قبل Mcdonald لعمال الكمامات الغازية زيادة في حدوث السرطان الرئوي لدى المتعرضين للكروسه دوليت عنه لدى الذين يستخدمون الكريزوتيل.

2.3.2.5. العلاقة بين السرطان القصبي واختلاف العمليات الإنتاجية

لقد تم دراسة التأثير التراكمي للتعرض للأسبستوز لدى كل حالة تعرض من خلال عشرة دراسات تمت على تسعة مجمعات صناعية مع الأخذ بعين الاعتبار مدة وشدة التعرض. اثنتان من هذه الدراسات أظهرت عدد قليل من الوفيات بسبب سرطان الرئة إنما معدل عال من الوفيات بسبب الميزتليوما، ولم يمكن إثبات أية علاقة واضحة بين زيادة حدوث سرطان الرئة والتعرض علماً أن الدراستين أنجزتا على عمال للأسمنت الأسبستوزي.

وأظهرت الثمانية دراسات الباقية وجود علاقة خطية تنحدر أحياناً وبشكل متفاوت وذلك حسب العمليات الإنتاجية وأشد القيم انخفاضاً لدى عمال المناجم والمواد المقاومة للاحتكاك وأعلى ما تكون في الصناعات النسيجية.

إن الاختلاف في هذه النتائج قد يكون له علاقة بالمعالجات الفيزيائية للأسبستوز في مختلف حالاته وسحابات الأغبرة الحاوية على ألياف الأسبست بأبعاد فيزيائية متفاوتة.

5.2.4. ورم المتوسطة (الميزوتيليوما)

يسبب التعرض لألياف الأسبست ورم المتوسطة الخبيث المنتشر (Diffuse Malignant Mesothelioma DMM)

وبسبب ندرته وارتباطه بالتعرض للأسبست فيمكن القول أن وجوده يشير دوماً لوجود تعرض لهذه الألياف.

وأول ما أطلق هذا التعبير (ميزوتيليوما) من قبل كليمبر ورابن عام 1931 حيث ميزا أيضاً بين الـDMM والشكل الحميد المنعزل الذي يبقى موضعاً ولا يترافق مع التعرض للأسبست.

وفي عام 1943 ربط ويلدر Welder بين ورم المتوسطة الخبيث المنتشر والتعرض للألياف والأسبست. وفي عام 1974 وصفت أول حالة من الميزوتيليوما في مجلة مشفى ماساسوشتس.

يصيب ورم المتوسطة الخبيث المنتشر الجنب أو البريتوان ويتميز بألم وانصباب مع حدوث زلة تنفسية جهدية وفقد وزن وعادة ما يكون الانصباب نتحي Exudate ويمكن كشف الخلايا السرطانية في ثلثي الحالات وفي الحالات المتقدمة يمكن أن يحدث ترفع حروري مع حدوث تناذر عدم ملاءمة إفراز الهرمون المضاد للإدرار Syndrom in appropriate anti diuretic hormone secretion (Sadhs) وازدياد عدد الصفيحات مع تبقرط بالأصابع.

وقد ينتشر الورم للجوار أو عبر العقد اللمفية و الدم. ورغم أنه من النادر أن تكشف الانتقالات سريرياً فإنه أكثر من 50% من الحالات يلاحظ فيها انتقالات في تشريح الجثة. ويمكن للإصابة الخبيثة أن تنتقل إلى البريتوان والعكس صحيح.

تظهر صورة الصدر الشعاعية انصباب جنب كبير يترافق غالباً مع كثافة جنبية بين الفصيصات الرئوية قد تغطي كامل الرئة.

وقد يوجد الداء الأسبستوزي البارانشيمي في عدد ضئيل من الحالات وهو أكثر ملاحظة في الرئة السليمة.

يمكن للتصوير الطبقي المحوري المبرمج (CAT) أن يظهر ثخانة ورمية على طول جدار الصدر. والتصوير بالفاليوم 67 سترات يمكن أن يميز الورم ويعطينا التقييم المرحلي له. وخزعة الجنب المفتوحة أفضل إذ تساعدنا في الحصول على نسيج كاف للتشخيص كونه يوجد نسيج ليفي بكمية كبيرة والخزعة المغلقة قد تضيع التشخيص.

والشكل النسيجي يشمل الشكل الابتليالي ويشكل 40% والشكل الميزانشيمي ويشكل 20% والشكل المختلط ويشكل 40% .

وقد تظهر الخلايا مغطاة بزغابات ضمن السيتوبلاسما تعطي منظر نفق أو سرداب. وقد توجد الأجسام الأسبستوزية في الرئة إنما نادراً في الورم. وقد نميز

ألياف الأسبست في الثخانة الجنبية باستخدام المجهر الالكتروني وخاصة ألياف الكريزوتيل.

ولقد وجدت ألياف الأمفه بول وخاصة الأموسيت بشكل أكبر في رئات المصابين بالميزوتيليوما في كويبك بالمقارنة مع الشاهد. يمكن تمييز حمض الهيالوريني في ورم المتوسط الخبيث المنتشر جيد التمايز مما يجعل اختبار الـHale colloidal iron stain إيجابي.

علماً أن اختبار الـPAS الدوري Periodic acid-schiff بعد الهضم بالدياستاز (PAS-D) إيجابي في الأدينوكارسينوما ويمكن أن يستخدم لتفريق هذا الورم عن الميزوتيليوما.

المعالجة: تشمل المعالجة استئصال الجنب مع التشعيع والمعالجة الكيماوية والمعالجة ملطفة. علماً أن القليل من المرضى يبقوا على قيد الحياة لأكثر من سنة من بدء التشخيص.

1.4.2.5 ورم المتوسطة وعلاقته بنوع الألياف

لا يوجد معلومات دقيقة وذات موثوقية عن مدى الاستجابة لحدوث الميزوتيليوما ودرجة التعرض.

حيث أظهرت ثمانية دراسات شملت تقييم كاف لشدة وفترة التعرض عدداً ضئيلاً من حالات الميزوتيليوما.

وعلى الأقل هناك أربعة من أصل سبعة مجموعات درست كان التعرض فيها لخليط من الألياف. هذا مع أن البعض مثل سيدمان ورفاقه - هوبس - وبيري بينوامن خلال دراساتهم أن زيادة خطورة حدوث الميزوتيليوما يتعلق بشدة وحدة التعرض.

كما أشار روزيتروكولس وبيتر ورفاقه وبرون إلى أن هناك عوامل أخرى وخاصة الفترة المنصرمة عن التعرض الأول تلعب دوراً هاماً في حدوث الميزوتيليوما.

وعلى كل حال فإنه من خلال الدراسات المتوفرة يمكن القول أن هناك اختلاف جوهري بين الكريزوتيل والأمفه بول (وخاصة الكروسه دوليت) من حيث الفعالية في إحداث الميزوتيليوما، ويؤكد ذلك الدراسات التالية:

1) حدوث عدد كبير من الحالات في مقاطعة نافال دوكي يارد حيث التعرض هناك للأمفه بول وكان غزيراً خلال الحرب العالمية الثانية. وأهمها دراسة روستير

كولس عام 1980 في بلدة ديفونبورت دوكلي يارد حيث أظهرت وجود 31 حالة ميزوتيليوما في 1043 وفاة دون زيادة في سرطان الرئة.

2) أظهر التعرض القصير الأمد للكروسه دوليت فقط لدى عمال الكمامات العسكرية في كندا وانكلترا زيادة في حدوث الميزوتيليوما ونفس الشيء إنما بدرجة أقل لدى عمال المناجم في أستراليا وجنوب أفريقيا حيث قابلها عدد قليل جداً (بضع حالات) بين عمال إنتاج الكريزوتيل في كندا وإيطاليا وجنوب أفريقيا وروسيا.

3) لوحظ في دراسة حشدية على عمال معملين للنسيج في الولايات المتحدة زيادة نسبة حدوث سرطان الرئة بنسبة 50 ضعف عنها لدى عمال مناجم الكريزوتيل.

أحد هذه المصانع حيث يستخدم الكريزوتيل فقط وجد فيه حالة ميزوتيليوما واحدة فقط. وفي معمل آخر حيث يستخدم كميات ضئيلة من الأمفه بول لوحظ وجود عشرين حالة ميزوتيليوما.

وفي معمل ثالث يقوم بتصنيع مواد الاحتكاك من الكريزوتيل فقط لم يلاحظ فيه أية زيادة في معدل حدوث السرطان الرئوي ولم تلحظ أية حالة ميزوتيليوما.

4) وجد أن حالات الميزوتيليوما لدى العمال في أربعة مصانع تستخدم الأمفه بول في مقاطعة كويبك (مك دونالد).

كما لوحظ لدى الدراسة بالمجهر الإلكتروني وجود ألياف الأمفه بول بشكل كبير في رئات المصابين بالميزوتيليوما عنها لدى الزمرة الشاهدة دون وجود فارق جوهري بالنسبة لألياف الكريزوتيل.

5) في دراسة لمصنع لمواد الاحتكاك تمت من قبل Berry ونيوهاس عام 1983 حيث يستخدم الكريزوتيل باستثناء استخدام الكروسه دوليت لفترة 9 سنوات في أحد الأقسام لوحظ زيادة معدل الوفيات حيث شملت 10 وفيات بسبب ورم المتوسطة 9 حالات منها كانت لدى عمال تعرضوا للكروسه دوليت.

6) في دراسة من قبل اتشسون ورفاقه عام 1982 وجد 5 حالات وفاة ناجمة عن ورم المتوسطة بين 219 حالة وفاة لدى عاملات كن يعملن في مصنع للكمامات الغازية عسكري يستخدم مادة الكروسه دوليت مقابل حالة وفاة واحدة فقط ناجمة عن نفس الداء من أصل 177 وفاة لدى عاملات يصنعن الكمامات في معمل مدني تستخدم فيه ألياف الكريزوتيل.

7) كما سجل اتشسون 5 حالات ميزوتيليوما من بين 136 حالة وفاة كان قد مضى على التعرض الأول 20 سنة في معمل لصناعة العوازل في لندن حيث تستخدم مادة الأموسيت.

2.4.2.5 ورم المتوسطة وعلاقته بالعمليات الإنتاجية

لم تلحظ الدراسات أي فارق هام من حيث خطورة حدوث الميزوتيليوما يتعلق بطبيعة العمليات الإنتاجية.

5.2.5 السرطانات الأخرى الناجمة عن التعرض المهني للأسبست

أظهرت العديد من الدراسات الحشدية زيادة في نسبة حدوث السرطانات في مواقع غير الرئة والجنب والبريتوان لدى التعرض المهني للأسبست وبالمقابل فقد أظهرت دراسات أخرى نتائج مغايرة.

1.5.2.5 سرطان الأنبوب الهضمي

في 18 دراسة حشدية من أصل 30 على عمال للأسبستوز لوحظ زيادة في نسبة حدوث سرطان الأنبوب الهضمي بينما الدراسات الاثنتي عشر المتبقية لم تلحظ هذه الزيادة (McDonald 1984) وتبقى مثل هذه الزيادة صعبة التقييم لوجود عوامل متداخلة كثيرة في تقييم حدوث سرطان الأنبوب الهضمي مثل المستوى الاجتماعي والمكان الجغرافي وأحياناً خطأ التشخيص.

وأكثر من ذلك فإنه لا يوجد دليل على علاقة الحدوث بالجرعة وعلى هذا يمكن القول أنه لم تثبت بعد العلاقة السببية بين التعرض للأسبست وحدوث سرطان الأنبوب الهضمي.

2.5.2.5 سرطان الكلية

إن زيادة حدوث سرطان الكلية التي لاحظها سيليكوف ورفاقه عام 1979 لم تُدعَّم في دراسات أخرى. ولم تثبت العلاقة السببية.

3.5.2.5 سرطان الحنجرة

الدراسات هنا متضاربة، فالزيادة الخفيفة التي لحظها سيليكوف ورفاقه عام 1979 لوحظت في دراستين مقطعيتين واحدة في ليفربول وثانية في تورنتو. من جهة ثانية لم يلاحظ دونالد أية زيادة في كويبك لدى عمال المناجم والطحن، كما أن نتائج الدراسة المقارنة مع الزمرة الشاهدة في لندن كانت سلبية. وعلى كل حال فإن دول وبيتو استنتجا على ضوء الملاحظات الحاضرة أنه يجب الأخذ بعين

الاعتبار الأسبست كواحد من مسببات السرطان الحنجري. رغم أن زياد حدوثه تبقى ضئيلة بالمقارنة مع حدوث السرطان القصبي.

4.5.2.5 مواقع أخرى

أظهرت إحدى الدراسات وجود 252 حالة وفاة بسبب سرطانات مختلفة لدى عمال الغزل لكن 54 منها أعيد تصنيفها فيما بعد لورم المتوسطة و28 كسرطان قصبي (سيليكوف 1982) حيث أظهرت إعادة الاستقراء للنتائج أن كثيراً ما تعزى الزيادة في السرطانات الأخرى إلى الخطأ في التشخيص، وخاصة في حالات سرطان البنكرياس والكبد.

إذ سجلت 16 وفاة بسبب سرطان البنكرياس من أصل 49 وفاة في إحدى هذه الدراسات تبين فيما بعد أن هذه السرطانات هي في الحقيقة ميزوتيليوما بريتوانية.

من هنا يمكن القول أن العلاقة السببية بين هذه السرطانات والتعرض لألياف الأسبست ما زالت موضع جدل.

هناك ثلاثة دراسات لحظت وجود زيادة في معدل الوفيات الناجمة عن سرطان المبيض لدى عاملات كن يتعرضن لألياف مختلطة وفي دراستين أخريين لم تلحظ هذه الزيادة.

6.2.5 انسداد الطرق الهوائية المحرض بالأسبستوز

تعتبر الطرق التنفسية الانتهائية أكثر المواقع التي تتم فيها الاستجابة الالتهابية للألياف الأسبستية المحتجزة. لذلك نلاحظ لدى المتعرضين للأسبست تدني في الدفق الزفيري في الحجوم الرئوية المنخفضة. وعادة ما تكون هذه التبدلات ضئيلة في غياب التدخين. إذ أن غير المدخنين لا يتطور لديهم انسداد شديد بالطرق الهوائية على عكس المدخنين الذين يمكن أن يحدث ذلك لديهم. لذلك فإنه من المنطقي أن يعزى انسداد الطرق الهوائية لدى المتعرضين والمدخنين إلى التدخين بشكل أساسي. وتبقى المعالجة بشكل عام أن تركز على إيقاف التدخين والموسعات القصبية.

3.5 التعرض غير المهني

1.3.5 التعرض المجاور Neighbourhood exposure

عادة ما ترافق التكلسات الجنبية التعرض البيئي للأسبست. إذ لوحظ ذلك لدى الفنلنديين المقيمين جوار منجم للأنتوفيليت، وكذلك في بلغاريا والمقيمين بجوار منجم للأكتينوليت في النمسا وجوار معمل للأسبست في التشيك.

هنـاك بعـض الدلائـل الـتي تشـير لزيـادة خطـورة حـدوث الميزوتيليومـا لـدى الأشخاص القاطنين قرب مناجم أو مصانع الأسبستوز وذلك من خلال دراسات راجعة ومقارنة عديدة. فلدى دراسة 33 حالة ميزوتيليوما شمال شرق مقاطعة الكاب في جنوب أفريقيا لوحظ أن 50% تقريباً منهم يقطنون قرب منجم للكروسه دوليت. بعد ذلك بين ويبستر أنه لدى 100 حالة ميزوتيليوما في جنوب أفريقيا (ليس لديهم تعرض مهني) 95 منهم تعرضوا للكروسه دوليت وحالة واحدة فقط للأموسيت.

كما سجل بوهلينع وهين Bohling, hain 38 حالة ميزوتيليوما مع عدم وجود تعرض مهني حدثت خلال 10 سنوات لدى قاطنين بجوار معمل للأسبستوز في هامبورغ.

إلا أن الدراسات التي جاءت من كندا لحظت أن حالتان من أصل 254 حالة ميزوتيليوما وخلال 10 سنوات يقطنون ضمن مسافة 33كم من مناجم الكريزوتيل (McDonald).

وفيما يخص علاقة الحدوث بمدة الإقامة بالجوار فالمعلومات ضئيلة. إذ تشير إحدى الدراسات في إنكلترا إلى أن 11 حالة ميزوتيليوما فقط من أصل 413 أي بمعدل 2.7% لم يكونوا عمال أسبستوز وليس لديهم تعرض داخل المنازل، يعيشون ضمن ميل من أحد معامل الأسبستوز لمدة 30–40 سنة.

وبالرجوع إلى حالات للميزوتيليوما لدى 52 أنثى تقطن في مقاطعة نيويورك لوحظ أن ثلاث حالات فقط (غير متعرضات) تقطن ضمن 3.6كم مسافة عن معمل للأسبستوز وذلك لمدة 18–27 سنة (Palon وvianna) ومعظم الدراسات أغفلت شكل ألياف الأسبستوز التي يتعرض لها المجاورون.

وبالاستناد إلى دراسات مركز السرطانات في كويبك لوحظ أن الخطورة للمقيمين بجوار مناجم الأسبستوز تبلغ 1.5 – 8 أضعاف عنها في النواحي الأخرى من كويبك.

6. التأثير على الجهاز المناعي

هناك تبدلات مناعية لوحظت لدى المرضى المصابين بالداء الأسبستوزي، ولكن خصائص هذه التبدلات من خلال إمراضية الداء الأسبستوزي لا تزال غير مفهومة، ومن الأهمية ملاحظة وعلى ضوء الحقائق الضئيلة المتوافرة بين أيدينا أن التعرض لجسيمات أخرى قد يحدث التأثير المناعي المشابه. حيث سجل برنس ورفاقه زيادة واضحة في العوامل الرثوية لدى عمال الأسبست المصابين بالداء الأسبستوزي، كما لوحظ زيادة في أضداد النوى ANA والعامل الرثواني وذلك من قبل تورنر وباركس ولانغ ورفاقه وكاغان ورفاقه ونافراثيل وجيسكونا.

كما أن التبدلات التي تميز التليف الخلالي الرئوي المجهول السبب (Idio Pathic Interstitial Polmonary Fibrosis) كزيادة مستوى الغلوبولينات المناعية IgE, IgG, IgA وزيادة مكونات المتممة 3 و4 لوحظت أيضاً لدى المصابين بالداء الأسبستوزي. ويمكن القول بعد هذه الدراسات أن 25 - 30% من مرضى الداء الأسبستوزي لديهم إيجابية أضداد النوى ANA أو عامل رثواني إيجابي. وهناك ترابط بين هذه الإيجابيات المصلية ومدى التبدلات الشعاعية. فالأشخاص المعرضون للأسبست والذين ليس لديهم تبدلات شعاعية صدرية أو جنبية تكون نسبة إيجابية أضداد النوى لديهم ضئيلة 3-4%.

كما يمكن أن يحدث نقص في اللمفاويات T التائية ونقص في استجابة هذه الخلايا للمطفرات الصنعية Synthetic mitogens. لكن نوعية هذه الموجودات وعلاقتها مع حدوث السرطان القصبي ما زالت بحاجة لإيضاح. لاحظ كاغ ورفاقه نقص في اللمفاويات بمقارنة 40 حالة طبيعية لدى بالغين (المتوسط لديهم 2.175/سم^3) و29 مريض بالداء الأسبستوزي (المتوسط لديهم 1.499/سم^3). كما لوحظ النقص أكبر في حالة تشارك الداء الأسبستوزي مع السرطان القصبي لدى عشرة مرضى (المتوسط كان لديهم 1.100/سم^3).

هذا وقد عزز كاغان ورفاقه هذه الملاحظات بل وزاد عليها عندما وجد نسبة عالية من 26 مريض بالداء الأسبستوزي لا تحدث لديهم الاستجابة الجلدية

للأضداد المحقونة مقارنة مع الزمرة الشاهدة، مع نقص في تعداد اللمفاويات التائية، مع نقص في تراص الهيم باللمفاويات المحرض بالمصل لدى عدة مرضى Reduced phytohemaglutinin-induced lymphocyte proliferation with serum inhibitors in several patients.

بالإضافة لارتفاع الغلوبولينات المناعية في المصل.

كما تم تقييم تأثر المجموعة HLA22 إلا أن التقارير المبدئية بالربط بين التبدلات الشعاعية وأضداد W27 لم يمكن إثباتها.

في الزجاج لوحظ أن زيادة تراكيز الأسبستوز يؤدي لموت الخلية بالتراكيز العالية بينما التراكيز الأدنى تؤدي لتحرر أنزيمات حالة انتقائية من البالعات وحيدة النواة. وقد تحدث تبدلات كروموزومية.

حيث أوضح Huage حدوث طفرة في الخلايا الرئوية للهامستر الصيني بسبب الأموسيت والكريزوتيل والكروسه دوليت.

كما أظهر Lavappa ورفاقه زيادة في الزيغ الصبغي لها علاقة بالجرعة بسبب الكريزوتيل المزروع في الخلايا الجنبية للهامستر دون أن يلحظ ذلك في خلايا نقي العظام للفئران والقرود.

كما لاحظ Seabight و Sincock حدوث تبدلات صبغية في خلايا الهامستر الصيني دون أن يحدث ذلك في الألياف الزجاجية.

وعلى هذا يمكن القول أن الأسبستوز يمكن أن يطلق زناد الآليات المناعية التي تحدث في التليف الرئوي. حيث أن نقص الخلايا اللمفاوية التائية يؤدي إلى تأذي المناعة الخلوية ونقص تولد العامل المثبط للهجرة (MIF).

وإن التبدلات الملاحظة في خلايا T اللمفاوية تصيب بالعطب الجهاز المنظم للمناعة مع حدوث نقص في المناعة التي تتوسطها الخلايا T وزيادة في فعالية الخلايا البائية B، وهذا ما يفسر زيادة الأضداد الذاتية وزيادة الغاماغلوبولينات المناعية وزيادة المعقدات المناعية الملاحظة لدى مريض الداء الأسبستوزي.

7. محرضات السرطان بوجود الأسبست

مع أن هناك دلائل على وجود تأثير للأسبست في حدوث السرطان القصبي ولو بغيات التدخين إلا أنه ليس من الواضح تماماً أن هذا التأثير هو تأثير مضاعف Multiplicative أو مؤازر Synergistic (فإن كان مضاعفاً فإن الأسبست سوف يزيد التأثير بشكل مضاعف وثابت في مجموعات مدخنين مختلفة بينما في حال كونه تأثير مضاف Additive فإن الخطورة الناجمة عن التعرض لألياف الأسبست سوف تزيد خطورة التدخين بشكل حسابي. لكن الدراسات التي جاءت بعد ذلك رجحت أن نسبة حدوث سرطان الرئة تتضاعف إن كان العاملون المتعرضون للأسبستوز مدخنين.

فنسبة حدوث سرطان الرئة تزيد خمسة أضعاف لدى العاملين بالأسبست غير المدخنين.

ترتفع إلى 20-25 ضعف لدى المدخنين لكثافة (1-2 باكيت/يوم) والذين لا يتعرضون في عملهم للأسبست. بينما ترتفع هذه النسبة إلى 50-90 ضعف لدى أولئك الذين يتعرضون خلال عملهم للأسبست بكثافة عنها لدى غير المتعرضين وغير المدخنين.

وإن التعرض للتدخين يزيد نسبة حدوث السرطان الرئوي بكافة أشكاله النسيجية شائك الخلايا Squamous cell corcinoma وصغير الخلايا Small cell carcinoma والغدي Adeno corcinioma ويحتاج حدوث السرطان الرئوي إلى فترة كمون تعادل حوالي 15 سنة من بداية التعرض قد تمتد حتى 30 سنة.

وبهذا تظهر مشكلة التعرض للأسبست وحدوث السرطان القصبي كمشكلة متبقية ولفترة طويلة ولو بعد إيقاف التعرض أو إنهاؤه.

وقد تحدث أورام أخرى متعددة لدى العمال المتعرضين للأسبستوز. ففي دراسة لسيليكوف وجد 2.1% من الوفيات من بين 17800 عامل يعملون في العوازل الأسبستية لديهم أكثر من ورم.

فلقد لوحظ وجود سرطانات جوف الفم والبلعوم مرافقة للتعرض للأسبست كما لوحظ حدوث سرطانات الحنجرة والتي تم فيها كشف ألياف الأسبست في النسيج الحنجري، بينما لم يلحظ نيوهاوس ورفاقه أية علاقة بين سرطان الحنجرة والتعرض للأسبست في دراسة Prospective Blind Study لمرضى راجعوا عدة مشافي أجري لهم تنظير حنجرة.

كما لوحظ زيادة حالات سرطان الأنبوب الهضمي/المري والمعدة والكولون والمستقيم/ لدى المتعرضين للأسبست في عدة دراسات.

ووجد أن للتدخين تأثير مشارك في حدوث سرطانات المري والحنجرة والبلعوم الأنفي وأضافت إحدى الدراسات مؤخراً سرطان الكلية. علماً أن المصدر الرئيسي للتعرض بالنسبة للأنبوب الهضمي هو المخاط والجسيمات الناجمة عن التصفية الهدبية المخاطية من خلال المكنسة الصاعدة والتي تبتلع بعد ذلك عند وصولها للبلعوم.

كما وجدت ألياف الأسبست في أبوال الناس الذين تعرضوا له من خلال مياه الشرب الملوثة. وعلى ما يبدو لألياف الأسبست القدرة على أن تخترق الأغشية الخلوية وتنتشر عبر الجسم البشري.

نوعية الألياف المتعرض لها العامل تلعب دوراً في حدوث السرطان، فألياف الأمفه بول أشد إمراضية في إحداث ذلك قد يكون بسبب كونه أشد قابلية للتطاير كأغبرة أو ربما بالإضافة لذلك لمكان توضعه واحتجازه في الأنسجة. والكروسه دوليت قد يكون أقل خطورة في إحداث السرطان القصبي من أنواع الأسبستوز الأخرى إنما له الخطورة الأكبر في إحداث ورم المتوسطة.

درس ويل Weili ورفاقه وقارن بين العمال المتعرضين للكريزوتيل والعمال المتعرضين للكروسه دوليت لدى عمال الأسمنت الأسبستوزي، فوجد أن الزمرة الأخيرة لديها خطورة أكبر في حدوث السرطان القصبي وانتشاره والعتمات الصغيرة اللامنتظمة ووظائف الرئة متدنية أكثر. علماً أن هذه الأمراض المتعلقة بالأسبست كانت خطورة حدوثها متدنية بالتراكيز المنخفضة للتعرض. لكن يجب الأخذ بعين الاعتبار أن التأثير البيولوجي للأسبست الموجود في أغبرة الأسمنت الأسبستوزي قد تختلف كون الخصائص السطحية لألياف الأسبست قد تتغير بوجود الكالسيوم في الأسمنت. كما وجد بشكل مشابه أن معدل الوفيات الناجم عن سرطان الرئة هو الضعف بين عمال مناجم الكروسه دوليت غرب أستراليا عنه لدى عمال مناجم الكريزوتيل في كويبك.

8. التوضع والانتقال والتصفية لألياف الأسبست في الجسم البشري

يعتمد مصير الألياف المتوضعة في الرئة على مكان توضعها وخواصها. ففي اليوم الأول يمكن للألياف المتوضعة في الطرق الهوائية القصبية الرغامية أن تُحمل على الغشاء المخاطي إلى الحنجرة فالبلعوم حيث تبتلع على أنه يقترح أن الأجزاء الصغيرة من هذه الألياف يمكن لها أن تخترق الأبتيليوم للشجرة الرغامية القصبية. أما في المنطقة غير المهدبة قبيل القصبات الانتهائية يتم تصفية الألياف بشكل بطيء من أماكن توضعها من خلال عدة آليات يمكن أن نلخصها باثنتين:

1.8 الانتقال Translocation

حيث يشار بذلك للألياف السليمة التي تتوضع مبدئياً في الابتليوم (على السطح الابتليالي) وتغير مكان توضعها إلى:

1. إلى المنطقة التنفسية للقصيبات.
2. إلى المنطقة المهدبة من القصيبات الانتهائية.
3. إلى الابتليوم ومن ثم الهجرة للمنطقة الخلالية أو الطريق اللمفي الطويل.

وإن الألياف التي تقل أبعادها عن 5 ميكرون تبتلع من قبل البالعات السنخية.

2.8 التحلل Disintegration

ويطلق على مجموعة العمليات من تقسم أو تجزؤ وانحلال قسمي لبعض مكونات الليف وباستثناء ألياف الأمفه بول ذات الانحلالية القليلة في سوائل الرئة فإن الكريزوتيل يطرأ على أليافه انحلال جزئي بعد أن تنقسم أليافه بشكل طولي. والتغير الرئيس في هذه الألياف هو نقص المغنزيوم مع زيادة مكون الحديد إذ يساهم المغنزيوم في إعطاء الشحنة الموجبة لليف.

إن عمليات التصفية هذه تسبب تجزؤ وتساهم في سرعة زوال الكريزوتيل من الرئة بالمقارنة مع الأمفه بول.

علماً أن التدخين يطيل أمد التصفية الرئوية البطيئة.

كما تشير الدراسات أن لطول الليف أهمية في سرعة التصفية هذه وهذا ما أثبته مورغان وهولمز في أبحاثهم على الألياف الزجاجية /إذ لم تتوفر دراسة على الأسبستوز/ حيث أن التصفية بتوسط البالعات أقل تأثيراً على تصفية الألياف ذات الأطوال 10 ميكرون منها على الألياف التي أطوالها 5 ميكرون ولا تؤثر نهائياً على الألياف التي يتجاوز طولها 30 ميكرون.

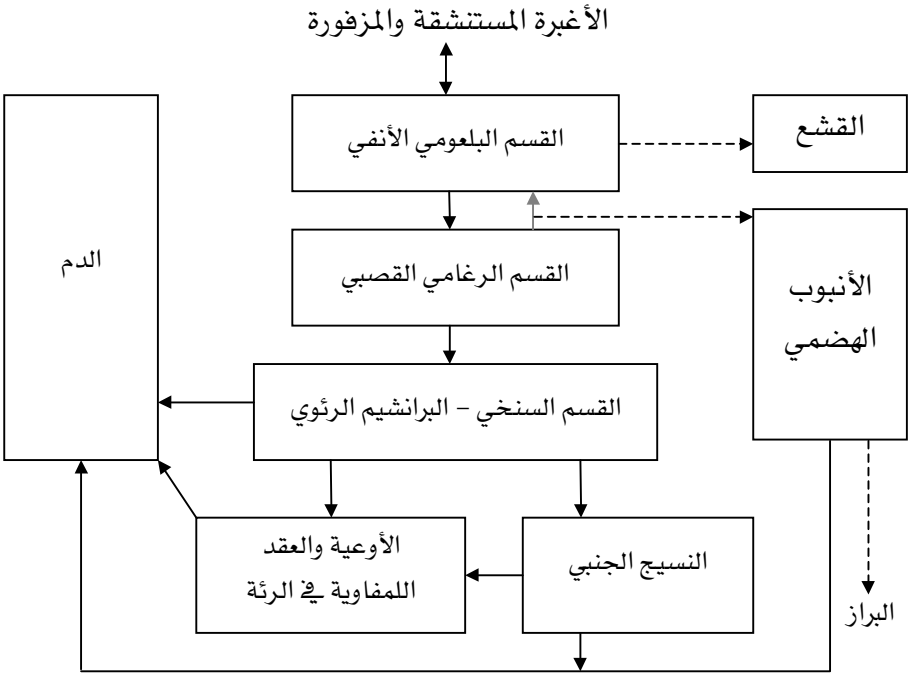
الأجسام الأسبستوزية

إن الألياف المستنشقة والتي تم احتجازها في الرئة تترسب على سطحها بشكل قطعي الحديد الحاوي على البروتين مشكلاً أجساماً ذات أشكال منتفخة النهايات ومركزها حاوي على الليف الأسبستوزي تسمى الأجسام الأسبستوزية يمكن كشفها بالمجهر العادي وتتواجد بكميات كبيرة في رئات الأشخاص المتعرضين مهنياً، كما يمكن كشفها بالمجهر العادي أو الالكتروني في رئات البالغين الذين يقطنون في المناطق الصناعية. ومن المجتمل أن أقل من 1% من الألياف في الرئة تتحول إلى أجسام أسبستوزية. ولا توجد إمراضية معينة تعزى إلى تشكل الجسيم الأسبستوزي. ووجوده لوحده يدل على التعرض دون أن يشير بالضرورة إلى وجود الداء الأسبستوزي.

وجود الألياف في الجهاز التنفسي

تشير التقارير إلى أن نسبة الألياف في رئات المتعرضين تبلغ 1-10غ/كغ بينما تبلغ في رئات الجمهور حوالي 0.3 غ/كغ.

ويلخص الشكل التالي توضع وانتقال ألياف الأسبست كما بينها بيغنون ورفاقه:



3.8 توضع ألياف الأسبست

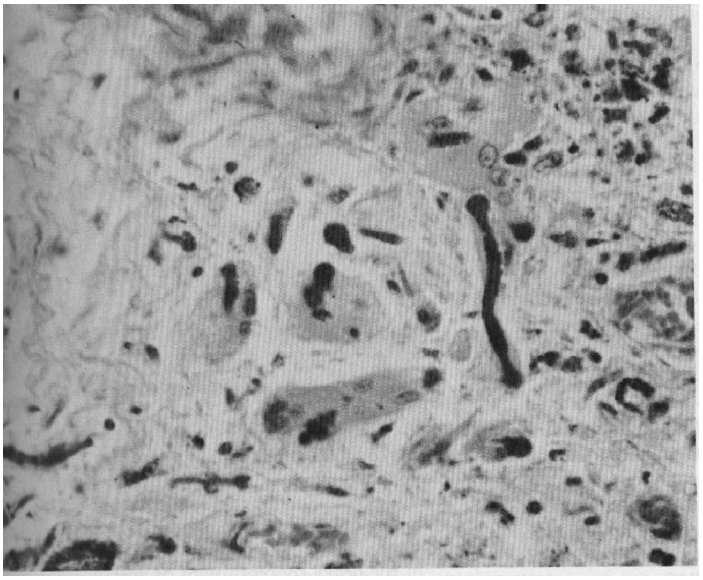
إن توضع ألياف الأسبست محكوم إلى درجة كبيرة بالخواص الفيزيائية لليف. وإن ظاهرة الاحتجاز لهذه الألياف مع توضعها وتغيير أماكن التوضع والتصفية وما يطرأ على الليف من عمليات استقلابية كل ذلك هام جداً في إمراضية هذه الألياف. كما أن ذلك مسؤول عن تحديد الجرعة وهي ما يقيس معدل تماس هذه الجزيئات مع الوسط البيولوجي.

ولا يمكن النظر لآلية واحدة فقط دون الأخرى في إحداث الآلية الإمراضية إنما تؤخذ كلها متكاملة سواء كان احتجاز الألياف أو التبدلات الحادثة الكيميائية والفيزيائية في مكان توضع الألياف، فهناك مؤشرات عدة يتم أخذها بعين الاعتبار بعد توضع الألياف.

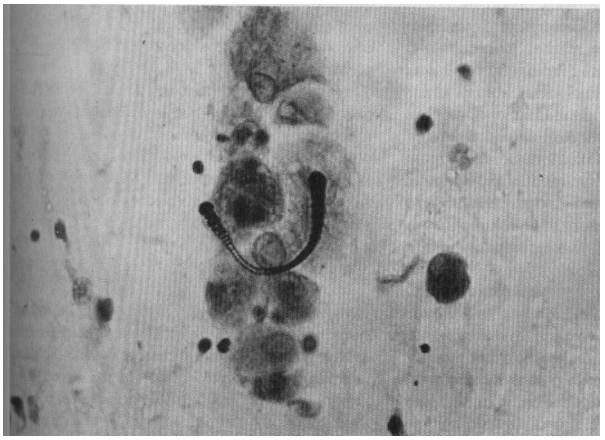
1.3.8 استنشاق وتوضع المعلقات الهوائية الحاوية على الألياف

رغم دقة موضوع استنشاق الألياف عبر الجهاز التنفسي فإنه لم يحظ بالاهتمام والدراسة والتمحيص الذي حظي به موضوع توضع هذه الألياف. وعلى كل حال فقد درس هذا الموضوع في سياق التعرض للمعلقات الهوائية Airborne)

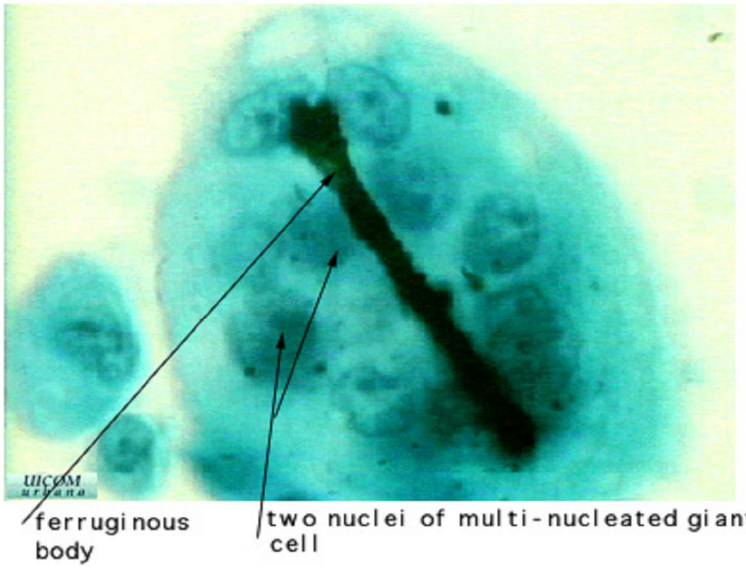
particulate matter) والذي أشار لمدى اختراق هذه الجسيمات للجهاز التنفسي والمستنشقة عبر الأنف والفم. هذا الأمر الذي يتعلق إلى حد كبير مع أشياء أخرى كالقطر الهوائي الحركي المكافئ (Aerodynamic equivalent diameter AED) والذي يعرَّف بأنه قطر الجسيمات بالشكل الكروي ذات الكثافة 1غ/مل والتي لها نفس سرعة التوضع الانتهائية للجسيمات ذات الكثافة والحجم والشكل المختلفة. حيث أن الجسيمات التي تتحرك في الهواء تخضع لقوة معاكسة لحركتها يطلق عليها اسم المقاومة (Dragforce).



جسيم أسبستوزي ضمن نسيج رئوي متليف (مأخوذة عن روم وبالمر)



الجسيم الأسبستوزي في عينة قشع



الجسيم الأسبستوزي ضمن البالعة

إن الجسيمات الخاضعة لتأثير الجاذبية في الهواء الساكن تصل وبسرعة لسرعة التوضع الانتهائية حيث تكون هنا قوة المقاومة المعاكسة تساوي قوة الجاذبية والسرعة الانتهائية التي تتوضع بها الجسيمات تتعلق بالحجم والشكل وكثافة الجسيمات. إذ تزداد بسرعة مع زيادة الحجم متوافقة مع مربع قطر الجسيم. إن القطر الهوائي الحركي للجسيم يتعلق بالشكل والكثافة وله أهمية كبيرة في فيزيائية الضبوبات (الايروسولات) وكون هناك اعتبارات عدة تتعلق بحركة المعلقات الهوائية وتجمعها في الجهاز التنفسي أو أي آلة جمع عينات فذلك يعتمد على القطر الهوائي الحركي.

وبالنسبة للاستنشاق فمن المعروف أن الجسيمات الناعمة لديها قابلية أكبر للاستنشاق إذ تتبع حركة الدفق الهوائي. إلا أن ذلك ليس صحيحاً في حالة الجسيمات الأكبر والتي يصل قطرها الهوائي الحركي لـ30 ميكرون وهو قطر الألياف الزجاجية.

إن تجمع الجسيمات المستنشقة في الجهاز التنفسي وتجمعها بشكل مبدئي في هذا المكان يدعى بعملية التوضع.

ويمكن للجسيمات المستنشقة أن تتوضع في المنطقة العلوية للطرق الهوائية (البلعوم الأنفي أو الفموي) أو في المنطقة الرغامية القصبية أو في منطقة المبادلات

الغازية حيث التوضع السنخي أو الرئوي ويتم التوضع من خلال تماس الجسيمات مع السطح الرطب للطرق الهوائية أو الأسناخ، وهذا يختلف عن تعبير الاختراق Penetration المستخدم من قبل العاملين في حقل البيئة والذي يعبر عن دخول هذه الجسيمات للطرق الهوائية حيث يمكن أن تنجو من التوضع وتخرج مع هواء الزفير.

آليات التوضع

وهناك خمسة آليات لتوضع الذرات المستنشقة في الجهاز التنفسي:

Inertial impacting	الانغراس الذاتي
Sedimentation	الترسيب
Interception	الاحتجاز
Diffusion	الانتشار
Electrostatic precipitation	الترسيب الكهربي الساكن

وإن فعالية كل من هذه الآليات يعتمد على بعض خواص الليف /الكثافة – الحجم – الشكل/ وعلى الجهاز التنفسي /التشريح – نموذج التنفس/ .

2.3.8 آليات توضع الألياف في الجهاز التنفسي

يحدث الترسب للألياف في الجهاز التنفسي عبر تأثير الجاذبية الأرضية. حيث يكون هذا التأثير هو الأهم في سرعة دفق هوائي منخفضة وبقاء طويل للألياف في الرئة وطرق هوائية صغيرة. وهذا يأخذ أهمية خاصة في الطرق البعيدة للجهاز التنفسي.

وأول ما درس ذلك ترمبل الذي أكد على سلوك توضع الألياف ودرس علاقته مع الحجم الهندسي. واستنتج أن سرعة سقوط الليف يسيطر عليها مدى قطر الليف أكثر منه طول الليف.

جاءت بعد ذلك دراسات عدة أكدت على علاقة القطر الهوائي الحركي مع حجم الليف وأظهرت علاقة توافقية بين AED والقطر الهندسي لليف. ولقد بين ترمبل وهاريس وفرايز وستوبر وزملاؤهم أن الألياف التي تكون فيها نسبة طول الليف إلى قطره كبير تميل للاصطفاف باتجاه الحركة وبالتالي تواجه مقاومة أقل مع ازدياد سرعة التوضع لها .

إن ظاهرة الاصطفاف هذه في الطرق الهوائية واستقلالية طول الليف عن القطر الهوائي الحركي، هاتان الظاهرتان مسؤولتان عن اختراق الألياف للطرق الهوائية لعمق يجاوز 300 مكرون في رئة الإنسان.

وقد يتبادر للذهن أن شكل الليف هذا يزيد من سرعة التوضع ولكن الحقيقة أن الألياف تجابه مقاومة أكبر وبالتالي فإن سرعة التوضع تكون أقل.

إن تفرع الجهاز التنفسي يشكل تبدل مفاجئ في الدفق الهوائي، حيث تستطيع الجسيمات المتأخرة أن تتكيف مع هذا التبدل وتتبع المجرى الهوائي، بينما الجسيمات الأكبر تجابه هذا التبدل في الحركة ولا تستطيع أن تعدل مسارها وبالتالي تتوضع على السطح المقابل وهذا ما يسمى بالانغراس الذاتي. وبشكل عام فإن فعالية الانغراس الذاتي تتعلق بهندسية الطرق التنفسية والقطر الهوائي الحركي للجسيمات ككل وإن ازدياد طول الليف سوف يزيد من التوضع بالانغراس.

إذن نلخص القول أن الترسيب يتأثر بشكل أساسي بالقطر الهوائي الحركي للذرات المستنشقة إذ أن القطر الهندسي والكثافة تحدد القطر الهوائي الحركي، بينما يأتي طول الليف بمفرده كخط ثاني في الأهمية حيث يمكن القول أن ليف الأسبست الذي قطره 3 مكرون له نفس سرعة توضع لليف 10 مكرون في مجال كثافة الألياف فيه 1غ/م^3.

الاحتجاز Interception

هذه الآلية في التوضع ذات أهمية ضئيلة بالنسبة للشكل المدمج للجسيمات ككل إنما أهميته تزداد بشكل كبير بالنسبة للألياف. حيث في هذه الآلية تكون الجسيمات على تماس مع سطح الطرق الهوائية رغم أنها لا تنحرف عن المجري الهوائي. ويعتمد الاحتجاز على قرب المجرى الهوائي من سطح الطرق الهوائية وعلى نسبة حجم الجسيمات على الممر الهوائي الموجود. حيث أن هناك موضعين رئيسيين في الطرق الهوائية يمكن أن يحدث فيهما الاحتجاز، الأنف لوجود الأشعار الأنفية والقصيبات التنفسية.

وإن الألياف الطويلة التي تنجو من التوضع في الأنف تكون فرصة احتجازها ضئيلة لحين وصولها للقصيبات الهوائية والتي قطرها حوالي 200 مكرومتر عندها ترشح خارجاً كون مقطع الطرق الهوائية يصبح أصغر.

ولقد طور هاريس وفرايزر وميوجو معادلة رياضية لتوضع الألياف في منطقة التشعب للطرق الهوائية تفيد أن التوضع بآلية الاحتجاز هذه تزداد فعاليتها بازدياد طول الألياف.

وإن التشعبات القريبة من منطقة القصيبات الانتهائية تظهر ميل أكبر لتوضع ألياف الأسبست. ولقد أظهرت دراسة بعد تعرض وحيد لمدة ساعة لإرذاذ حاوي على ألياف الكريزوتيل بتركيز ثقلي 4.3مع/م^3 أنه لا يوجد ألياف في الأفضية السنخية أو على سطوح الأقنية السنخية. وكذلك في حال كون الإرذاذ حاوي على الكروسه دوليت. بينما في حال وجود جسيمات مدمجة ككل Compact-shaped particles لوحظ تبعثر هذه الجسيمات في الأفضية السنخية وعلى سطوح الأقنية السنخية (وذلك في فئران التجربة) كما لوحظ أن التوضع بالانتشار هو الآلية المسيطرة لدى استنشاق الجسيمات هذه والتي قطرها أقل من 0.5 ميكرون حيث يتحكم هنا الحجم الهندسي أكثر من القطر الهوائي الحركي. كما أن بقاء الجسيمات لفترة طويلة في أفضية هوائية صغيرة يزيد من فعالية هذه الآلية. حيث قدم هاريس وكيميريل صيغة تشير إلى أن ألياف الكريزوتيل التي تكون متوافرة بغزارة في الإرذاذ وفي الرئة تزداد فاعلية الانتشار بالنسبة لها بأبعاد تقارب 0.6×10^{-6}سم^2/ساحة. هذه القيمة كافية بشكل جيد للتوضع بآلية الانتشار في الأقنية والأفضية السنخية.

وأخيراً يمكن للترسيب الكهربي الساكن أن يحدث في الجهاز التنفسي وذلك يعتمد على نسبة الشحن الكهربي أمام المقاومة الهوائية الحركية. وقليل هو الذي يعرف عن مستوى الشحن على الألياف حيث أشار فنسنت ورفاقه إلى أن عمليات تصنيع الأسبست يمكن أن تولد ضبوبات ليفية تحمل مستوى شحن كهربي ساكن عال كاف لتعزيز توضع الألياف في الرئة.

نموذج توضع الألياف:

لقد تم وضع نماذج رياضية تهدف إلى تقييم توضع الألياف في الرئة كون ذلك التوضع لا يمكن قياسه في جسم الإنسان وجميع هذه المحاولات كانت تعتمد على اعتبارات تشريحية وهوائية حركية وكانت تعلق إمكانية التوضع هذه على حجم وشكل الجسيمات الليفية. وإن الصعوبة الكبيرة التي اصطدمت بها هذه المحاولات هي الاختلاف الكبير في المتغيرات المستخدمة (كالأبعاد الهندسية

والأبعاد الهوائية الحركية) التي تلعب دوراً في توضع وانتشار هذه الألياف، حيث أشار بيك مان أن توضع الجسيمات الليفية لا يمكن أن يعتمد بشكل مباشر على الشكل الكروي والقطر المشتق منه كونه يختلف باختلاف آلية التوضع. كما أشار آخرون مثل هاريس وتريمبل إلى أن الجسيمات تتكيف مع القطر الأطول خلال مسيرها في المجرى الهوائي أو بشكل عشوائي عند تواجدها في الأفضية الهوائية معتمدة بذلك على قوة الدفق الهوائي أو الحركة البروانية على التوالي.

بينما توسع الطبيب يو Yu و Asghranian في ذلك إلى حد أن هذه الجسيمات تتكيف حسب كل مسير في الطرق الهوائية باختلاف المراحل التشريحية كما قدم هؤلاء الباحثون قياساً هاماً وهو EMD القطر الكتلي المكافئ، ويعرف بأنه القطر الهندسي للجسيمات الكروية التي لها نفس كتلة الليف.

وفي حال الجسيمات الليفية التي تشكل شكل قطع ناقص استخدم يو وآغاريان المعادلة التالية:

$$EMD = \text{Geometric diameter of fiber} \times B^{1/3}$$

حيث B : Aspect ratio

هذا المقياس يفيد في المقارنة بين فعالية توضع الجسيمات الليفية الشكل والتي هي متلازمة مع بعضها وتأخذ الشكل المدمج ككل Compact-shaped particles. ولقد بين هذان الباحثان أن التوضع في الأنف يزداد بازدياد القطر والطول إنما أشد سرعة بازدياد القطر كون السلوك الحركي الهوائي يعتمد بشكل أكبر على قطر الليف، ولوحظ نفس الشيء في المنطقة الرغامية القصبية.

كما لوحظ أن الانغراس Impaction هو المسؤول عن الازدياد الحاد في التوضع للألياف التي تتراوح أقطارها حوالي 15 مكرون. ويعادل التوضع في المنطقة الرغامية القصبية حوالي 50% إنما ينخفض إلى 30% بالتنفس العميق. والألياف التي تتجاوز هاتين المنطقتين سوف تخترق الجهاز التنفسي مكملة مسيرها في عمقه. وإن توضع الألياف في الرغامى فقط يعادل 10% من الألياف المستنشقة ويتعلق ذلك بالقطر.

وبالنسبة للتوضع الرئوي لوحظ ميل توضع الألياف بالرئة اليسرى بفصيها والفص الحجابي الأيمن حيث يتوضع فيها أكثر من 30% من التوضع الرئوي الكلي وذلك ما لاحظه مورغان ورفاقه وروحاني وحماد لدى فئران التجربة. كما درس مورغان توضع الألياف لدى رئات الفئران باستخدام تكنيك النظائر المشعة

لدى عينات قياسية مرجعية مأخوذة من الـUICC: Union International Coutre le cancer.

حيث لوحظ أن التوضع الرئوي الكلي والسنخي يتعلق بشكل فعال بمتوسط القطر الهوائي الحركي لعينات الأغبرة الموسومة، ويتراوح بين 1-2.5 مكرون وإن التوضع الكلي يزداد بشكل حاد فوق هذا المدى بينما التوضع السنخي ثابتاً نسبياً حيث يزداد فقط بمعدل 10-13% وهذا لوحظ أيضاً لدى آخرين.

كما درس مورغان ورفاقه توضع الألياف الزجاجية في الطرق التنفسية للفئران مستخدماً نفس التقنية السابقة حيث وجد توضع جميع الألياف المستنشقة الطويلة (التي قطرها 1.5 مكرون وطولها أكبر من 30 مكرون) في الطرق التنفسية العليا وكذلك بالنسبة للألياف الأثخن (التي قطرها 3 مكرون وطولها > 10 مكرون) حيث كان توضع هذه المادة في الأسناخ مهملاً.

كما توصل Yu و Asgharian إلى أن الألياف التي يتجاوز قطرها الهوائي الحركي 3.5 مكرون لا توجد في الرئة أي بمعنى آخر غير قابلة للاستنشاق.

وبالاستناد إلى ما سبق من مؤيدات عملية مثبتة لدى حيوانات التجربة فيمكن أن نقيس ذلك لدى استنشاق الجسيمات الحاوية على ألياف وتوضعها في رئة الإنسان وذلك بموثوقية موضوعية. حيث يشرح الشكل المرفق ..... توضع الألياف والذي يعرف بعدد الألياف المتوضعة مقسمة على العدد الكلي للألياف المستنشقة نسبة للقطر الكتلي المكافئ Equivalent mass Diameter للألياف المتوضعة الكلية والسنخية والرغامية القصبية.

وباستخدام الـEMD كمشعر قياسي فإن المنحنى يبدي نفس الشكل للجسيمات الكروية والليفية إنما التوضع الكلي للجسيمات الليفية اقل خاصة بوجود نسبة Aspect ratio عالية فعندما يكون القطر الكتلي EMD 5.51 - 15 فإن التوضع الكلي يكون بشكل U مع توضع أصغري عندما يكون EMD = 0.5 مكرون. بعد ذلك يزداد بشكل حاد ليصل إلى توضع 80% بقيمة EMD 10 مكرون. وهذا يتوافق مع ما جاء به مورغان وزملاؤه والذي استخدم تقنية الوسم بالنظائر المشعة حيث أشار إلى زيادة التوضع عندما يكون EMD بين 1-6 مكرون ويمكن تقسيم الألياف التي تتوضع في الأسناخ من حيث أبعادها إلى ثلاثة أشكال:

ألياف ستانتون	القطر < 0.25 مكرون
	الطول > 8 مكرون
الألياف (المنظورة) البصرية	القطر > 0.25 مكرون
	الطول > 5 مكرون

الألياف القصيرة: والتي يمكن رؤيتها فقط بالمجهر الإلكتروني بتقنية TEM

وبالنظر لإمراضية هذه الألياف يمكن القول أن الزمرة الأولى أكثرها قابلية لإحداث السرطان. والزمرة الثانية تشكل أساس المراقبة في مكان العمل. وأكثر الأشكال تواجداً في جميع الأوساط ماء – هواء – رئة هو النموذج الثالث.

4.8 التصفية النوعية لألياف الكريزوتيل والأمفه بول:

إن الدراسات التي تشمل قياس ألياف الأسبستوز في البرانشيم الرئوي أو الغسالات الرئوية أظهرت أن فعالية الاحتجاز لمدة أكبر كانت لألياف الأمفه بول أكثر منها لألياف الكريزوتيل، وهذا أيدته الدراسة التي أجريت على 89 حالة تشريح جثة لعمال منجم الكريزوتيل في منجم ستيفورد في كويبك حيث كان يتعرض هؤلاء العمال لمزيج من الكريزوتيل والتريموليت.

ولقد كان يظن أن ضعف احتجاز الكريزوتيل ناجم عن ضعف اختراقه للطرق التنفسية إلا أن ذلك يعود حقيقة إلى كون تصفية الكريزوتيل أسرع مقارنة بألياف الأمفه بول. كما أنه يمكن لألياف الكريزوتيل أن تتوضع في أجزاء من الرئة لفترة ثابتة وطويلة كما لوحظ في تشريح الجثة. كما يبين بيغين وزملاؤه وجود ألياف الكريزوتيل بكمية كبيرة في الغسالة الرئوية لعمال في مناجم الكريزوتيل كانوا على رأس عملهم وذلك حتى 24 ساعة قبل أخذ الغسالة القصبية.

ولإيضاح تأثير التصفية بشكل أعمق تم دراسة أربعة مجموعات كانت الوفيات فيها خلال مدة أقل من 75 شهر من إنهاء عملهم، حيث تم قياس التركيز الوسطي في الرئة لهذه الحالات وتبين وجود تصفية للكريزوتيل سريعة في الزمر الأربعة وكان نصف عمر التصفية أقصر في حال التعرض المتراكم الأكبر، ومن أجل التريموليت كان هناك عدم وجود تصفية في زمرتين وفي تعرض يزيد عن (milion of particle/cubicfoot by years) yxmpcf/270. لوحظ وجود تصفية لألياف التريموليت. وفي تراكيز أعلى كان هناك تماثل في التصفية لألياف الكريزوتيل والتريموليت.

وفي إحدى الدراسات تم حقن كمية متماثلة من ألياف الكريزوتيل والكروسه دوليت (100مغ) في الجزء الرغامي للخراف حيث فحصت بعد ذلك الألياف الموجودة في الغسالة القصبية السنخية والتي تم أخذها بعد الفترات التالية 2 و4 و6 و8 أشهر بعد الحقن. وفي النسيج الرئوي بعد 8 أشهر وذلك بالمجهر الإلكتروني بطريقة (TEM) فلوحظ وجود وبشكل واضح قلة احتجاز الكريزوتيل الذي يتعلق بدرجة كبيرة بسرعة معدل التصفية السنخية. وتبقى قابلية إحداث الكريزوتيل للتليف عالية وتتعلق ولو بشكل جزئي بانتخاب احتجاز الألياف الطويلة الأكبر من 5 مكرومتر وتزداد هذه القابلية بشدة للألياف الأطول من 20 مكرومتر.

كما لوحظ أيضاً في دراسات أخرى أن التصفية السنخية البطيئة تتعلق بأطوال الألياف والجرعة حيث تكون التصفية أكثر فاعلية للألياف القصيرة وبعد الجرعات العالية.

كما يمكن القول أنه ولكون ألياف الأمفه بول تختلف شكلاً عن الكريزوتيل فيمكن لجسيمات الأمفه بول أن تخترق القصبات التنفسية بشكل أكبر من الكريزوتيل وتتوضع بشكل أعمق في الأسناخ.

وبشكل مختصر يمكن أن نقول أن الاعتقاد الذي كان سائداً بكون ألياف الكريزوتيل ولكونها منحنية ومتلازمة بشكل حزم هي أقل اختراقاً للجهاز التنفسي حيث تحتجز في الطرق التنفسية العليا، هو اعتقاد خاطئ كون آلية التوضع باحتجاز هذه الألياف هي فعالة فقط عندما تكون أبعاد هذه الجسيمات والممرات الهوائية متماثلة، كما أن أشعار الأنف سوف تحتجز جميع الألياف والحزم التي تتجاوز بأبعادها 200 مكرومتر والتي تنجو من هذا الاحتجاز بأشعار الأنف أو التي تستنشق عبر الفم فهي لن تتوضع بهذه الآلية إلا بشكل ضئيل حيث تصل إلى القصيبات التنفسية. وبسبب اختلاف الشكل عن الأمفه بول فإن الأخيرة أقدر على اختراق القصيبات التنفسية والتوضع لمناطق أبعد في الأسناخ.

كما يمكن القول أن ضبوبات (ايروسولات Aerosoles) الكريزوتيل تحوي أليافاً أبعادها تمكنها أن تتوضع في الأجزاء السفلية من الطرق الهوائية بشكل مشابه للأمفه بول. وفي مثل هذه الحالات فإن الحمل الرئوي يزداد مع زيادة التعرض. وفي حال وصول توضع الكريزوتيل في الرئة لحد لا يمكن قبوله من الرئة

فهناك تتفعل آليات التصفية الرئوية بشكل كبير وفعال. كما يمكن وبسبب خلق سطوح جديدة أثناء انفتاح هذه الألياف أن يلعب ذلك دوراً في التصفية.

الخلاصة:

في نهاية هذا البحث يمكن القول أن بحث احتجاز الجسيمات الهوائية عبارة عن بحث مفتوح واسع تنطوي تحته الكثير من النظريات والرؤى حول هذه الآليات.

ومن الأهمية بمكان أن نذكر أن للخواص الفيزيائية والكيميائية للجسيمات المستنشقة أهمية كبيرة في نموذج احتجاز هذه الجسيمات وفعاليتها البيولوجية في مكان توضعها، فعلى سبيل المثال كان يُظن أن جميع أشكال الجسيمات الغير قابلية للانحلال تخضع لنموذج واحد من التصفية السنخية وهذا ظن خاطئ حيث أن هناك خواص دقيقة كخصائص سطح الجسيم المستنشق سوف تؤثر في نموذج التصفية هذا. كما أنه حالياً يجب الأخذ بعين الاعتبار والربط بين آلية الاحتجاز هذه والآلية الإمراضية والتأثيرات البيولوجية الحادثة.

إن الحقائق المتوفرة كثيرة عن توضع وتصفية الجسيمات بشكلها الكلي المدمج Inhaled compact-shaped particle. وفي هذا البحث حاولنا أن نحلل كيفية التوضع بالنسبة للأشكال الليفية. وإن نموذج التوضع هذا هام جداً ويعول عليه لأغراض عملية. ويمكن القول أن جميع ضبوبات الأسبستوز لها إمكانية توضع سنخي متشابهة والحقائق التي تستحصل عن حجم توزع الجسيمات الهوائية الحاوية على ألياف الأسبستوز يمكن تطبيقها لدراسة إمكانية توضع الألياف وهذا ليس الحال في MMMF.

حيث في الألياف الأكبر يكون التوضع السنخي له علاقة وثيقة بالقطر. إذ يزداد التوضع بزيادة قطر الليف إنما إلى حد معين يهبط بعد ذلك بشدة وبشكل حاد عندما تكون قيمة EMP حوالي 10 مكرومتر.

وبشكل عام فإن المؤشرات تدل أن حمل الرئة يكون أقل في حال التعرض للجسيمات بشكلها الليفي عنه في حال الشكل المكتنز. ويمكن أن يعزى ذلك لنقص فعالية التوضع السنخي. وكذلك بسبب زيادة سرعة التصفية السنخية.

كما أن تعديل وتحوير انتشار الألياف وفق الحجم خلال التصفية والعوامل الشخصية المؤثرة في فعالية التصفية يعدان عاملان هامان آخران في احتجاز الألياف كما بينته التجارب التي أجريت على الماشية.

وفي مجال التأثيرات البيولوجية للألياف فإن الاهتمام كان مقتصراً على التوضع السنخي إلا أن التوضع الرغامي القصبي وبشكل عام جدران الطرق الهوائية له أهمية أيضاً وخاصة في قابلية إحداث هذه الألياف للسرطان القصبي، حيث تم إجراء أبحاث في هذا المضمار من حيث التأثير المتشارك مع التدخين ومن حيث تأثير ألياف MMMF والتي تبين أنها لا تتراكم في البرانشيم الرئوي إنما تعتبر عامل مسبب للسرطان القصبي لدى الإنسان.

إن هجرة الألياف للجنب أيضاً لا تزال غامضة فلقد تم اقتراح عدة طرق تعبر خلالها الألياف إلى الجنب الطريق الجهازي والمباشر واللمفي لكن لم يثبت أيٌ منها. كما أن الحقيقة التي تشير لكون المتعرضين للأمفه بول لديهم خطورة الإصابة بالميزوتيليوما أكبر تتطلب التسليم بوجود احتجاز مكثف للألياف في البرانشيم الرئوي لتنتقل بعد ذلك إلى الجنب وتحدث الإصابة بالميزوتيليوما. لكن ما لوحظ أن ألياف الأمفه بول نادراً ما توجد في النسيج الجنبي بينما تكون متواجدة في العقد اللمفاوية.

ومما سبق نجد أن الصعوبة تزداد في الإجابة عن السؤال عن علاقة الإمراضية بفترة بقاء الليف، حيث المعروف هو احتجاز ألياف الأمفه بول في البرانشيم الرئوي لفترة بقاء طويلة دون أن يكون ذلك لألياف أخرى أو لأجزاء أخرى في الجسم.

وإن تركيز ألياف الأمفه بول في رئات البشر المحدد في تشريح الجثة وجد أنه يتوافق مع زيادة التراكم بالتعرض، فهو يتعلق بالتأثير التراكمي. وليس هناك حقائق أو مؤشرات تشير لحدوث التأثير المسرطن للأمفه بول بعد التعرض المباشر فالاحتجاز الرئوي لألياف الأمفه بول ليس هو المسؤول عن الإمراضية وإنما فترة بقاء الليف وهذا صحيح في إمراضية التليف والسرطان علماً أن الدلائل البيولوجية للتراكم البرانشيمي للألياف من حيث الإمراضية السرطانية لا تزال مجهولة.

9. تقييم مخاطر التعرض الناجم عن الأسبست والألياف المعدنية الأخرى

1.9 اعتبارات عامة

أثبتت الدراسات الوبائية والسمية المكثفة أن مخاطر التعرض تنجم بشكل رئيسي عن طريق الاستنشاق. وإن تقييم مخاطر التعرض بالنسبة للأسبستوز أكثر صعوبة منه في حال التعرض لمواد أخرى بسبب طبيعة هذه المادة.

فالأسبستوز مادة بللورية غير منحلة ذات أشكال متعددة.

يتعلق التأثير البيولوجي لها بعدة مؤثرات تشمل قطر وطول الألياف المحتجزة في الرئة. ومن الصعوبة بمكان إيجاد نموذج تقييم بسيط للمخاطر أو إيجاد مخطط بياني يمثل الاستجابة للجرعة. كون التأثر بهذه الألياف يبدأ من استخراجها من المصدر وحتى استعمال المواد المصنعة منها مروراً بعمليات التعدين والتصنيع.

وعلى كل حال فإن أكثر ما يحدث التعرض للأسبستوز نوعان من السرطان في الجهاز التنفسي وهو السرطان القصبي وورم الخلايا المتوسطية والأخيرة تصيب غشاء الجنب وقد تصيب البريتوان. وكلا النوعين من هذه السرطانات تتطور بسرعة ومعدل البقاء على قيد الحياة بعد الإصابة بها منخفض. كما أن تشخيص هذين المرضين قد يكون سهلاً مع الأخذ بعين الاعتبار أن العديد من السرطانات القصبية الحادثة قد تعزى لعامل التدخين. ولا يمكن في الوقت الحاضر الفصل بين الحالات الحادثة بسبب التدخين عن الحادثة بسبب التعرض للأسبستوز. وهناك دلائل وبائية تعزز (الأثر المضاف) Addictive effect لخطورة حدوث السرطان القصبي من حيث التعرض للأسبستوز مع وجود التدخين.

وبهذا يمكن القول أن التدخين يعتبر عامل مشارك Contributory factor في خطر حدوث السرطان القصبي المسبب عن التعرض للأسبستوز.

بينما معظم حالات الميزوتيليوما تكون ناجمة عن التعرض للأسبستوز وليس التدخين علماً أن دراسة العديد من حالات الميزوتيليوما لم تظهر ارتباط مع

التعـرض للأسبسـتوز. وفي بعـض منـها لم يمكـن الربـط مـع زيـادة وجـود أليـاف الأسبستوز في الرئة.

إضافة إلى ما سبق يمكن لاستنشاق الأسبستوز أن يسبب الداء الأسبستوزي. ومع بدايات القرن الماضي كان هذا الداء أهم المخاطر المتعلقة بالصحة بسبب التعرض للأسبستوز وخاصة أن سرطان الرئة كان نادراً بافتراض قلة المدخنين آنذاك.

ومع ازدياد التعرض للأسبستوز أصبح الداء الأسبستوزي يظهر خلال فترات قصيرة من التعرض حوالي 5 سنوات. بينما في حال التعرض لمستويات أخفض فقد لا يظهر الداء حتى مرور عشرين سنة عن بدء التعرض. وفي بعض المناطق أو البلدان تتحسن هذه الحالات ولم يعد الداء الأسبستوزي هو السبب في زيادة معدل الوفيات الناجمة عن التعرض للأسبستوز. وإن معدل حدوث الداء الأسبستوزي لدى العمال المتعرضين أيضاً بدأ بالتناقص مؤخراً. كما أنه لا يوجد دلائل تشير لحدوث الداء بسبب التعرض للهواء الملوث /بسبب التعرض البيئي/. لذلك يبدو أن خطورة حدوث السرطان يعد الخطر الأساسي من المخاطر المتعلقة بالتعرض للأسبستوز. وازداد هذا الاعتقاد بانتشار نظرية أنه لا يوجد عتبة تعرض للعديد من المواد المسرطنة بحيث يكون التعرض لأقل من هذه العتبة آمناً. إلا أن نظرية عدم وجود عتبة تعرض بالنسبة للأسبستوز لم تتأكد حتى الآن. إنما يمكن القول أن المخاطر وبائياً غير قابلة للاكتشاف عندما لا يمكن قياس ألياف الأسبستوز المنقولة بالهواء إلا بالمجهر الإلكتروني عالي الحساسية.

هناك طريقتان أساسيتان لمقاربة تقييم مخاطر التعرض:

1) الطريقة الكيفية qualitative approach
2) الطريقة الكمية quantitative approach

2.9 الطريقة الكيفية Qualitative approach

والتي تعتمد على دراسة ملاحظات هامة وجوهرية تتعلق بحالات تعرض مسبقة.

1.2.9 في حالات التعرض المهني

هناك دراسات مستفيضة تتعلق بالتعرض المهني حيث أشارت إلى أن التعرض أو العمل ضمن شروط خاصة يتأمن فيها الضبط الجيد لتراكيز أغبرة الأسبستوز لا يترافق مع زيادة في حدوث السرطان القصبي.

كما أن الميزوتيليوما لا تتعلق بالضرورة مع السرطان القصبي. كما أن كشفها يأتي بعد فترة خفية طويلة غالباً ما تكون أطول منها في السرطان القصبي.

كما أن الميزوتيليوما أكثر تكراراً في حال التعرض للأمفه بول منه لدى التعرض للكريزوتيل.

2.2.9 التعرض المجاور Paraoccupational exposure

لوحظ أن معدل الوفيات بسبب الميزوتيليوما يرتفع لدى فئة الجمهور التي تتعرض بشكل غير مباشر أو المجاورة لمصادر التعرض. حيث تنبعث هذه الألياف عن عمليات الاستخراج والطحن أو عن المصانع التي تطلق الألياف وتلوث البيئة المجاورة أو بنقل ألياف الأسبستوز إلى المنازل عن طريق ألبسة العاملين. وإن مستوى الألياف هنا متفاوت بشدة ولا يمكن تخمين أو تقييم الخطورة من القياسات الكمية المتوفرة.

وفي العديد من الدراسات لم يلحظ زيادة خطورة حدوث السرطان القصبي لدى بيئة الجوار. ورغم التحدث عن ظاهرة Snow like والتي كانت تستمر لفترات طويلة.

بينما لوحظ وجود اختلافات واسعة في نسبة حدوث ورم المتوسطة في جنوب أفريقيا حيث لوحظ نسبة حدوث مرتفعة في مناطق طحن الكروسه دوليت. تنخفض بشكل كبير حول مناجم الأموسيت وتكاد تنعدم في مناطق استخراج الكريزوتيل.

3.2.9 تعرض الجمهور بشكل عام

لوحظ هنا ما يلي:

1ً – الشكل الأساسي من الألياف هو الكريزوتيل

2ً – أطوال ألياف الكريزوتيل أقل من 5 مكرومتر

3ً – إن نسبة حدوث الميزوتيليوما والسرطان القصبي منخفضة لدرجة كبيرة. وإن نسبة حدوث الداء الأسبستوزي عملياً معدومة.

3.9 المقاربة الكمية Quantitative approach

إن تقييم مخاطر التعرض للأسبستوز يجب أن يأخذ بعين الاعتبار جميع العوامل التي تم لها التعرض آنفاً آخذين بالحسبان الخواص الفيزيائية والكيميائية لأشكال هذه الألياف ومستويات التعرض والاستجابة البيولوجية لدى الإنسان.

1.3.9 أشكال الألياف Fibre type

إذ تختلف نسبة حدوث الميزوتيليوما باختلاف شكل الألياف التي يتم التعرض لها حيث تبين أن التعرض للأمفه بول يمكن أن يرافقه حدوث الداء الأسبستوزي والميزوتيليوما والسرطان القصبي بينما التعرض للكريزوتيل قد يترافق مع الحالتين الداء الأسبستوزي والسرطان القصبي دون أن يرتبط مع حدوث الميزوتيليوما.

وفي دراسة 320 حالة ميزوتيليوما في دراسة حشدية لدى عمال يتعرضون للأسبستوز لوحظ أن 12 حالة فقط حدثت لدى عمال يتعرضون للكريزوتيل لوحده. علماً أن معظم العمال المدروسين لديهم تعرض للكريزوتيل. إذاً فالميزوتيليوما الناجمة عن التعرض للكريزوتيل أقل حدوثاً لدى هؤلاء منها لدى المتعرضين للكروسه دوليت أو الأموسيت.

علماً أن الدراسات الحيوانية لم تلحظ تدني فعالية الكريزوتيل المسرطنة عن باقي الألياف.

2.3.9 حجم الألياف ومقدارها Fibre size and amount

لقد تم رصد أهمية حجم الألياف في إحداث الإمراضية من خلال إنشاق وغرس هذه الألياف في الدراسات الحيوانية.

إن الاختلاف الواسع في حجم الألياف من حيث أطوالها وأقطارها قد يكون هو المسؤول في حالات التعرض المهني عن الاختلاف في نسبة حدوث السرطان القصبي في الصناعات المختلفة. إذ أن الألياف القصيرة والتي أطوالها أقل من 5 مكرون يبدو أنها أقل فعالية بيولوجية من الألياف الأطوال من 5 مكرون لذات الشكل.

ولقد كان يتم سابقاً قياس التعرض للأسبستوز باستخدام عدد من الطرائق اللانوعية ومؤخراً أصبحت تجرى هذه القياسات باستخدام مرشحة غشائية Membane filter collection يتم تحليلها فيما بعد باستخدام المجهر الضوئي المتغاير الأطوار، حيث تم حساب عدد الألياف في وحدة حجم معينة من الهواء. حيث يتم عد الألياف التي تتجاوز 5 مكرومتر وقطرها أقل من 3 مكرومتر والتي تحقق نسبة $\leq 1:3$ ولقد اختبرت هذه الزمرة من الألياف كما يعتقد أنها تمثل الجزء الحيوي البيولوجي للكمية المستنشقة. بالإضافة إلى أنه لا يوجد مجال

للمقارنة بين النتائج التي نحصل عليها من خلال طريقة المرشحة الغشائية وتلك التي نحصل عليها من خلال طرق أخرى تم توفرها مؤخراً وخاصة الطرق التي تستخدم القياسات الكتلية. ومن هنا فإن شح الحقائق المستحصل عليها تجعل من الصعوبة بمكان إيجاد ربط بين التعرض والجرعة والاستجابة لهما. وحتى في حالات التعرض المهني لا يمكن تعريف علاقة الجرعة والاستجابة للتعرض في ضوء حجم الألياف والجزء البيولوجي ذو العلاقة منها للأغبرة وجرعة الألياف.

لهذه الأسباب يمكن القول أن استخدام الجرعة التراكمية قد لا يكون مناسباً في حساب علاقة الجرعة والاستجابة للتعرض.

3.3.9 ميكانيكية عمل الألياف Mechanism of action

ما أن يتم استنشاق ألياف الكريزوتيل حتى تتجه للاصطفاف طولانياً وإلى التحلل كيميائياً. وبالتالي فإن الزمن المتبقي في الرئة في هذه الحالة أقصر منه في أشكال الأسبستوز الأخرى. والزمن المتبقي في النسيج الرئوي يمكن أن يعتبر

وبالإضافة إلى أن الأسبستوز يمكن أن يعمل كمحرض. وهذه العوامل لا ينظر إليها بعين الاعتبار عند إجراء تقييم المخاطر الكمي quantitative risk assessment

4.9 السرطان القصبي

في حال التعرض لمستويات متدنية من الأسبستوز كما في البيئة العامة فإن زيادة معدل حدوث السرطان القصبي تكاد لا تُلحظ.

وهناك محاولات لإيجاد علاقة خطية بين حدوث السرطان القصبي والتعرض لمستويات منخفضة خلال مدة زمنية معينة.

ويمكن على كل الأحوال أن نأخذ بعين الاعتبار هذه العلاقة التي تشير إلى أن الخطورة في حدوث السرطان القصبي تزداد نسبياً بزيادة كثافة الألياف (ليف/مل) وزيادة مدة التعرض. مع الأخذ بعين الاعتبار العمر وعادة التدخين والزمن الذي مر على التعرض البدئي

$$I_A(d,f,a,s) = I_V(a,s) \times (1 + K_L.d.f)$$

حيث: $I_A(d,f,a,s)$: تعبر عن حدوث السرطان القصبي لدى العمال المتعرضين

a : عمر العامل

s : عدد السيكارات المدخنة / يوم

d : عدد السنوات التي تعرض خلالها

f : مستوى التعرض

I_V : تشير إلى نسبة حدوث السرطان القصبي لدى نفس الفئة العمرية (a) لدى الناس المدخنين وغير المتعرضين.

K_L : تشير للخصائص الثابتة للألياف المعدنية وانتشارها حسب أبعادها.

وبهذا فإن نسبة الخطورة تساوي $1 + K_L.d.f$ تزيد حسب d.f (الجرعة المتراكمة ليف/مل خلال سنوات).

هناك العديد من المتغيرات في هذه المعادلة لا يمكن الاعتماد عليها بشكل ثابت إذ لا يوجد قياس موثوق لعدد الألياف عند بداية التعرض.

كما أنه تصعب المقارنة بين بعض القياسات القديمة التي تستخدم عدد الجسيمات/قدم مكعب في مناجم الكريزوتيل وأماكن الطحن وليف/مل في صناعة النسيج، والتي تتم باستخدام طرق استعيان مختلفة كلياً. ولا يوجد مع طرق قياس متغايرة وبالتالي قرارات مختلفة معامل اختلاف ثابت. فمعامل الاختلاف يتغير حسب العمليات الإنتاجية في هذه الصناعة. كما أنه وبالمثل $1,K_L$ العامل الثابت Constant يمثل عدداً من المتغيرات البيولوجية كشكل الألياف وحجمها وانتشارها. وانتشار الجزء الهوائي من الألياف ومعدل التصفية الرئوية للألياف...الخ. فإنه يختلف باختلاف طرق الاستقصاء.

وإن عادة التدخين تعد عامل هام إلا أنه في كثير من الاستقصاءات لا يمكن معرفة عدد السكائر المدخنة يومياً والتي قد تتزايد في البلاد النامية وتتناقص في البلدان الصناعية مما يجعل هناك ضعف في الموثوقية لدى دراسة النتائج. حيث أنه لدى ارتفاع عدد المدخنين فإنه سوف يزداد بشكل مطلق الخطورة ما لم تنقص مستويات الأسبستوز.

5.9 الميزوتيليوما (ورم المتوسطة)

تزداد نسبة الحدوث بين 2.6 و5 مرات حسب الزمن الذي مر على بدء التعرض للأسبستوز ولا علاقة لها بالعمر أو التدخين.

فمن المتوقع أن تأثير كل يوم يتم فيه التعرض يضاف إلى التعرض الكلي ويتوافق مع شدة التعرض في ذلك اليوم.

وإن نسبة الحدوث تتوافق مع الزمن الذي مر على بدء التعرض وفق العلاقة الخطية التالية: $t^4 - (t - d)^4$

حيث t عدد السنوات منذ بدء التعرض (الزمن الذي مر على بدء التعرض)

d مدة التعرض

(I) نسبة الحدوث المتوقعة

نسبة الحدوث المتوقعة هذه ترتبط بشكل متوافق مع مدة التعرض لـ5 أو 6 سنوات لكن تأثير ذلك ينحدر بازدياد بعد ذلك. وبناء على هذه العلاقة فإن التأثير في خطورة حدوث الميزوتيليوما يتدنى كثيراً بعد أن يتجاوز التعرض 20 سنة.

ويمكن أن نلخص ما سبق بالعلاقة:

$$I(t.f.d) = K_M.f.(t^4(t-d)^4)$$

حيث t : عدد السنوات منذ بدء التعرض

f : مستوى التعرض بليف/مل

d : مدة التعرض بالسنوات

K_M: ثابت يتعلق بشكل الألياف وانتشارها.

10. التخلص الآمن من الأسبست

كما سبق وأشرنا إلى أن استعمال المواد الحاوية على الأسبستوز كان على أشده في الخمسينات والستينات والسبعينات من القرن الماضي وذلك في البناء وتجهيزات المصانع وصناعة السفن والقطارات ومحركات العربات وبعض مواد الاحتكاك، حيث استعمل بشكل واسع جداً كعوازل في المصانع وفي المراجل والأفران والأنابيب. كما أن المصافي وعمليات التكرير في المصانع كانت قد استخدمت العوازل التي يدخل في تركيبها مادة الأسبست بشكل واسع.

وإن أي اهتراء أو تخرب أو إعادة ترميم أو استبدال سوف يؤدي إلى انطلاق وانتشار ما لم يوجد حماية وتغطية.

حيث أن هذه المادة استخدمت في كثير من الاستعمالات والصناعات. راجع جدول (1) يشير إلى المواد التي كانت تستخدم ويدخل الأسبست في تركيبها.

1.10 في هذا البحث نجد القواعد والقوانين والخطوات العملية الآمنة في إزالة هذه المواد الحاوية على الأسبست (ACM) علماً أن إزالة الـ ACM قد يكون من الخطورة إلى حد كبير بسبب إمكانية التعرض لألياف الأسبست القابلة للاستنشاق وبالتالي فإن ذلك يتطلب درجة عالية من إجراءات السيطرة من أجل التخلص الآمن من ACM.

وإن الأشخاص الموجودين ضمن منطقة العمل يجب أن يرتدوا الحمايات اللازمة وخاصة الواقية للجهاز التنفسي والتي قد تكون كافية بشكل تام للسيطرة على الخطورة المحتملة. علماً أنه من الأهمية بمكان التأكد من عدم انتشار التلوث إلى خارج منطقة العمل. كما أن العمليات والاحتياطات الواجب إجراءها أثناء التخلص من ACM تختلف بحسب حالة الألياف الموجودة في ACM من حيث نموذجها وتوضعها، وبالتالي فإن نموذج الخطوات المتبعة في إزاحة أو التخلص من ACM يجب أن تتوافق مع كل عملية من عمليات التخلص هذه.

وفي حال وجود أي شك في صحة الإجراءات يمكن استشارة هيئة الصحة والسلامة المهنية في المقاطعة أو الإقليم عن إجراءات السيطرة المتطلبة. إن أغبرة

الأسبستوز العالقة في الهواء تشكل خطورة على الصحة وعلى هذا فيجب منع التعرض ويجب ألا يزيد التركيز في البيئة المحيطة عن 0.1 ليف/مل علماً أنه يجب إعادة تقييم إجراءات السيطرة حالما يصبح التركيز 1.01 ليف/مل.

1.1.10 متى تنطلق ألياف الأسبستوز

يمكن للـACM أن تطلق ألياف الأسبست في حال تبعثرها وخاصة في الفعاليات التالية:

1ً – أي عمل مباشر يطبق على ACM: مثل التنقيب أو الحفر أو القطع والجلخ والتنظيف بالفرشاة وعمليات الطحن والهدم والتحطيم.

2ً – تفتيش أو نقل المواد الحاوية على الأسبستوز ACM وتشمل العربات والمصانع والتجهيزات.

3ً – نقل المواد من العربات أو المصنع أو نقل التجهيزات من مكان العمل.

4ً – هدم الأبنية الحاوية على مواد يدخل فيها الأسبست.

كما أن المواد الحاوية على الأسبست والتي لا تتفتت بسهولة هي مصدر فعال لانطلاق ألياف الأسبست في حال تعرضها لعوامل جوية شديدة.

2.1.10 تحديد المسؤوليات Responsibilies

1.2.1.10 الاستشارات

تقضي التشريعات في مجال الصحة والسلامة المهنية بوجوب وجود أشخاص مسؤولين عن تطبيق القواعد الصحية بالتشاور مع ممثلي الصحة والسلامة المهنية في مكان العمل ويجب إعلام جميع الأفراد الذين هم على علاقة بهذه المسألة الصحية في مكان العمل سواء الموظفين أو العاملين أو المدراء وذلك بكل مرحلة من مراحل إزالة الـACM وحتى أن الأشخاص المجاورين والذين يمكن أن يتأثروا بهذه العمليات يجب إعلامهم.

2.2.1.10 مسؤولية وكلاء البناء

وتكمن مسؤولية هؤلاء في الإجراءات التالية:

1.2.2.1.10 اختيار طريقة التخلص من الأسبست

وذلك من حيث: – طريقة نقله

– اختيار أو تسمية ضابط ارتباط مع الكادر الذي يقوم بالتخلص من الأسبست

- على وكيل البناء أن يطلب المعلومات المتعلقة بترخيص التخلص من الأسبست
- يجب استشارة السلطة المختصة لتحديد متطلبات أو احتياجات هذا الترخيص قبل القيام بالتخلص من ACM

2.2.2.1.10 تسجيل المواد الحاوية على الأسبست

على وكيل البناء أن يزود من يقوم بالتخلص من ACM في مكان العمل بسجل يزود فيه المواد الحاوية على الأسبست يرفق مع تعليمات السيطرة على الأسبستوز في مكان العمل قبل القيام بعملية التخلص هذه. فمسؤولية تحديد المواد الحاوية على الأسبست تقع على عاتق وكلاء البناء ويجب ألا تسند إلى الجهة المسؤولة عن التخلص من الأسبست. وفي حال عدم وجود سجل خاص بأسماء هذه المواد يتعين على الوكيل تنظيمه قبل القيام بهذه الفعالية.

3.1.10 خطة دراسة الأسبستوز في مكان العمل

Asbestos management plan

يجب أن يعتمد قرار إزالة المواد الحاوية على الأسبست على تطبيق خطة مدبرة مدروسة يمكن تعديلها وفق المنهاج العملي المتبع في السيطرة على الأسبست في مكان العمل. ومن الأمور الهامة أيضاً والتي على من يقوم بالتخلص من الأسبست أن يأخذها بعين الاعتبار قيام الوكيل بتقييم المخاطر في بيئة العمل من قبل أشخاص مؤهلين.

وفي بعض الحالات خاصة عند إزالة العوازل الحرارية والصوتية فإن مدى انتشار المواد الحاوية على الأسبست لا يمكن تقييمه لحين البدء بعمليات الإزالة. وهنا على الوكيل أن يحدد وقدر الإمكان المواد الحاوية على الأسبست قبل البدء بعملية الإزالة. وإن لوحظ وجود مواد إضافية حاوية على الأسبست يجب إجراء تقييم أبعد وأدق للمخاطر من قبل أشخاص مؤهلين.

2.10 مواصفات ومتطلبات إزالة الأسبست

على الوكيل أن يزود من يقوم بإزالة الأسبست بمعلومات دقيقة ومفصلة عن المتطلبات اللازمة لإزالة الأسبست وكذلك للجهة المختصة والمسؤولة عن الصحة والسلامة المهنية في المقاطعة أو الإقليم قبل البدء بعملية الإزالة لتكون وفق تشريع المقاطعة أو الإقليم الموضوع. ويمكن أن تحدد مواصفات عملية الإزالة بالنقاط التالية:

1.2.10 ما هي الإجراءات What

1. ما هي التقنيات التي ستستخدم في إزالة ACM مع تفاصيل عن أشكال وحالة المواد الحاوية على الأسبست من حيث كميتها ووجود مواد غير عادية بما فيها بقايا الأغبرة والأنقاض.
2. تفاصيل عن أية مواد يمكن أن تبقى في المكان.
3. ما هي المناطق التي يجب حمايتها من العوالق الغبارية والمناطق التي يجب تنظيفها وإزالة التلوث ضمنها قبل إنهاء عملية الإزالة هذه.
4. أبعاد السطوح والمقاييس.
5. الأجهزة المساعدة والمقاييس وهل يجب التخلص منها أم لا.
6. جمع ومن ثم التخلص من القمامة الحاوية على الأسبست.
7. نموذج إنهاء العمليات.
8. ترتيب أو تنظيم مراقبة التلوث في الهواء.

2.2.10 أين Where

1 – أين مكان المواد التي سيتم التخلص منها :

- ضمن الأمكنة المغلقة
- خارج في الفسحات مع حماية
- خارج في الفسحات وتتعرض للعوامل الجوية
- موضوعة ضمن أنابيب
- هل هي موضوعة في مناطق غير اعتيادية (كالعمل في الأماكن العالية)

حيث أن هذا يتداخل في اختيار التطبيقات العملية في الإزالة وخاصة من حيث النقل وإقامة ونصب السقالات والحماية من العوامل الجوية.

2 – هل المكان صعب الوصول إليه كالتجاويف في الجدران أو الأسقف والتي تختفي ضمنها مواد حاوية على الأسبست مما يتطلب إجراءات أدق في تقييم خطورة بيئة العمل.

3 – التفاصيل عن أي منطقة لم يتم تقييم المخاطر فيها مع العلم أنها قد تحوي الأسبست.

4 – إجراءات سلامة العمل لدى التعامل مع أي مواد نجهل احتواءها على الأسبست أو لا نتوقع ذلك أثناء عمليات الإزالة هذه.

3.10 المخاطر المحتملة Hazards

- التـأكد مـن عـدم وجـود حـرارة عاليـة متبقيـة في الأنـابيب أو المراجـل أو التوربينات وتجهيزات التصفية حيث يجب الانتباه لاحتمال حدوث حرق للعاملين.

- اعتبارات أخرى من حيث الحرارة:

- الحرارة الاعتيادية في كل قسم من أقسام العمل.

- الحرارة الملوثة في منطقة العمل.

- وجود توضع لكابلات كهربائية أو مفـاتيح أو أسـلاك ممـا يوجـد مخـاطر كهربائية يجب معها القيام بإجراء حماية وعـزل لمنـع حـدوث الصدمـات الكهربائيـة للعمال الذين يقومون بإزالة الأسبست.

- وجود أية مخاطر غير اعتيادية أو نوعية كالسقوف الهشة والعمل في أماكن عالية.

4.10 التخطيط من أجل إزالة المواد الحاوية على الأسبست

Planning for the removal of ACM

إن وضع خطة مدروسة من أجل التخلص من المواد الحاوية على الأسبست يعتمد على نوعية المهمة المحددة للتخلص من الأسبست كما يعتمد على نموذجه وشكله وتوضعه وكميته وكيفية المواد الحاوية على الأسبست المطلوب إزالتها وفيما إذا كان هناك مجاورون يمكن أن يتعرضوا للأسبست إضافة إلى العمال في مكان العمل.

وتشمل أعمال إزالة الأسبست:

1 - إزالة المواد الحاوية على الأسبست من الأبنية وتشمل عمليات الهدم والحفر والتنقيب.

2 - إزالة هذه المواد من المعامل وتجهيزاتها بما فيها المواد المقاومة للاحتكاك.

3 - إزالة الأغبرة أو الأنقاض الحاوية على الأسبست.

ومهما كانت الظروف فإن الخطة يجب أن توضع وتنفذ أينما توجد مواد تحوي أسبست والمطلوب إزالتها.

وإن أي سوء في فهم وتطبيق هذه الخطة قد يقود لطرق إزالة غير آمنة كما قد يعرض صحة العاملين لخطورة حقيقية.

5.10 إجراءات السيطرة في إزالة الأسبست

Asbestos removal control plan

على القائم بأعمال إزالة الأسبست أن يتحقق من إجراءات السيطرة قبل البدء بالعمل وإن الهدف من ذلك إنجاز العمل بالطريقة الآمنة.

6.10 مسؤولية الذي يقوم بالتخلص من الأسبست

1 – الالتزام بالإذن والمراقبة من قبل هيئة الصحة والسلامة في المقاطعة. إذ يجب الحصول على إذن بالسماح بهذا الإجراء قبل البدء بتنفيذه وذلك بالنسبة للمواد الحاوية على الأسبست وخاصة عندما يكون بشكله القابل للتبعثر. وكذلك تتم المراقبة من قبل هيئة الصحة والسلامة المهنية في السلطة المختصة لكل مهمة يتم تنفيذها وذلك في جميع المقاطعات والأقاليم. حتى أنه وفي بعض الحالات يتم تحديد كميات معينة من ACM يتم التخلص منها وإزالتها ولو كانت بالشكل غير القابل للتبعثر.

2 – الالتزام بخطة عمل مدروسة وآمنة.

3 – الإشراف على هذه العمليات من قبل هيئة منظمة.

4 – وجود الكفاءات والمقدرات اللازمة.

5 – وجود العمال المدربين وتزويدهم بالمعلومات اللازمة من حيث:

- المخاطر الصحية الناجمة عن الأسبست.
- تفاصيل الرصد الطبي اللازم تطبيقه والتي تشمل الفحص الطبي الموافق لإرشادات جهات الرصد الصحي.
- المسائل القانونية التي تتعلق بالتخلص الآمن من الأسبست.

7.10 الرصد الصحي Health Surveillance

وهو يشكل حيزاً هاماً في مراقبة مخاطر التعرض للمواد الحاوية على الأسبستوز. هدفه التأكد من سلامة الأشخاص في مكان العمل والتأكد من كون إجراءات السيطرة فعالة في تأمين جو عمل آمن علماً أنه يمكن الحصول على إرشادات إضافية في هذا المجال من قبل Nohsc Guidelines والتي تعطي الاحتياجات الدنيا المتطلبة للرصد الصحي بطريقة عملية وذلك للأشخاص العاملين والذين يمكن أن يتعرضوا للأسبست أو لمخاطر مواد أخرى.

8.10 إزالة المواد الحاوية على الأسبست عن السطوح الساخنة

إن إزالة الأسبست عن السطوح المعدنية أو الآلات الساخنة يجب أن يكون مبرمجاً أو مخططاً له بحيث يسمح بالوقت الكافي لتبريد المعدن أو الآلة. فإزالة المواد الحاوية على الأسبست الذي يكون بحالة قابلة للاستنشاق عن السطوح الساخنة المعدنية يعد من أصعب حالات الإزالة كون ألياف الأسبست المتواجدة في العوالق الهوائية تنتشر بشكل سهل بمجرى حملاني Convection Current.

ومن غير المقبول إزالة الأسبست عن السطوح المعدنية عندما تكون بالحالة الساخنة إلا في الحالات الاضطرارية وهنا يجب إيلاء عناية خاصة لاختيار التجهيزات الشافطة للغبار.

9.10 اعتبارات عامة في إزالة المواد الحاوية على الأسبست

هناك أمور هامة وإجراءات ضرورية يجب التقيد بها عند القيام بأعمال الإزالة هذه نذكرها فيما يلي:

1.9.10 تحديد حدود إزالة الأسبست

هناك نوعان من الحدود لأعمال إزالة الأسبست:

آ – الحدود المتاخمة لمنطقة العمل Asbestos work area

ب – الحدود المتاخمة لمنطقة إزالة الأسبست Asbestos removal site

فالمنطقة الأولى هي المنطقة المباشرة التي يتم ضمنها العمل، والثانية هي المنطقة المحيطة والمجاورة لمنطقة العمل.

وهاتان النقطتان يجب أن تحدد بشكل واضح من قبل شخص خبير وتتخذ أساس في تقييم المخاطر في بيئة العمل.

وإن الحدود المتاخمة لفعاليات إزالة الأسبست يجب أن تحدد ويطَّلع عليها وتتم الموافقة من قبل المعنيين قبل البدء بأعمال الإزالة هذه. ولدى تعيين الحدود المتاخمة لمنطقة الإزالة يؤخذ بعين الاعتبار استخدام الطرق الملائمة لإزالة الأسبست. وتأثير أعمال الإزالة وتقييم التعرض الفعال في المناطق المحيطة بعملية الإزالة هذه.

2.9.10 تأمين السلامة في موقع العمل/وضع الحواجز والعلامات

يجب إيلاء اهتمام خاص في عمليات الإزالة لموضوع ضمان وسلامة الموقع والمنطقة المحيطة. ويجب وضع خطة خاصة لتأمين وضمان سلامة الموقع قبل البدء بالعمل، كون هذه الترتيبات لا يمكن إنجازها بالشكل الكافي خلال القيام بهذا العمل.

كما يجب أن تتضمن هذه الخطة كيفية الاستمرار بضمان سلامة هذه العمليات وتحديد الإجراءات الغير آمنة في عمليات إزالة الأسبست. وعلى المسؤولين عن العمل التأكد في كل وقت والتأكيد على سلامة وأمان المنطقة وخاصة في حال استمرار العمل لعدة أيام أو أكثر.

يجب أن تحدد منطقة إزالة الأسبست بشكل واضح ومنع الأشخاص الذين لا ضرورة لهم الدخول إلى المنطقة ووضع تحذيرات واضحة للأشخاص الذين يقومون بإنجاز العمل.

يمكن وضع شريط محيط بالمنطقة وفي حال تعذر ذلك يمكن وضع يافطات تحذير /مخاطر أسبست/ .

ويجب الأخذ بالأمور التالية في تحديد المسافة بين تلك الحواجز ومنطقة العمل:

1ً – فيما إذا كانت المواد الحاوية على الأسبست قابلة للاستنشاق بشكل غباري أم لا .

2ً – الفعاليات المجاورة لمنطقة العمل/منطقة مأهولة – عمال – زوار... الخ.

3ً – طريقة إزالة الـACM .

4ً – وجود حواجز /أبواب – جدر.../ .

5ً – كمية المواد التي يجب إزالتها .

6ً – نموذج الحواجز المستعملة /شريط – ألواح .../ .

3.9.10 إعادة ترتيب توصيل الكواشف والكابلات الكهربائية

يجب تجنب حدوث أذيات الصعق الكهربائية خاصة بوجود واستعمال الماء في عمليات الإزالة. وأفضل سبل السيطرة على ذلك هو فصل الطاقة وإزالة القطع والدارات الكهربائية الموجودة ضمن منطقة العمل وإن لم يمكن إزالة هذه الدارات فعلى أقل تقدير يجب فصلها عن مزود الطاقة.

كل كبل كهربائي أو تجهيزات كهربائية لا يمكن إزالتها يجب أن تؤمن لها حماية من الأذيات الميكانيكية والماء.

ويقوم بهذه الأعمال كهربائي متخصص يتأكد من سلامة الكابلات والأجهزة الكهربائية قبل التوصيل وفي حال وجود خطر اشتعال يجب أن يقوم شخص قدير بعزل الدارات حسب الحاجة قبل البدء بأعمال الإزالة.

10.10 الطرق الجافة والرطبة في إزالة المواد الحاوية على الأسبست

يجب عدم استعمال الطريقة الجافة في حال إمكانية ذلك حرصاً على عدم انتشار الأغبرة الحاوية على العوالق الهوائية المحملة بالأسبستوز، حيث يجب استخدام الطرق الرطبة التالية للتخلص من ACM باستثناء عمليات تنظيف التربة من أنقاض الأسمنت الأسبستوزي والذي سيشرح لاحقاً.

1.10.10 الطريقة الرطبة بالإرذاذ

حيث نعمل هنا على تشريب المواد الحاوية على الأسبست بالماء وذلك بالشكل الكافي والمحافظة على الحالة الرطبة ولا بأس بمساعدة ذلك بمواد مرطبة تخفض التوتر السطحي /Surfactant/ مثل المنظفات التي تضاف للماء والتي تساعد على الترطيب بسرعة أكبر، وميكانيكياً يطبق ضغط خفيف مع إرذاذ خشن كذاك الذي يطبق في سقاية الحدائق، وفي هذه الطريقة يجب مراعاة ما يلي:

أولاً – التأكيد على تشريب كامل سطوح الـACM .

ثانياً – مع تقليل جريان الماء إلى أقل قدر ممكن.

فكما أن الإرذاذ يجب أن يكون غزير وكاف فهو في الوقت ذاته يجب أن يكون خفيف الاندفاع بحيث لا يولد أغبرة عندما يضرب الماء هذه السطوح. وعندما تتم عمليات القطع لسطوح الـACM والتي يمكن أن تطلق الأغبرة يجب أن يسلط مرش الماء على مكان القص مع إزاحة المواد المقطوعة بشكل أجزاء وتوضع فوراً في حاويات مخصصة للأسبستوز وسدها بإحكام مع الانتباه لتبقي أية أجزاء حيث تجمع ويتم التخلص منها بالشكل المناسب. وهذه هي الطريقة المفضلة في التخلص من ACM والتي يجب أن تطبق فقط في الأحوال التالية:

1ً – عندما لا تكون سطوح الـACM مغطاة بطبقة معدنية تحتاج إلى إزاحة مسبقة.

2ً – عدم وجود أسلاك كهربائية ذات توتر عال.

3ً – كون الـACM غير مغطاة بطبقة من الدهان.

4ً – عدم وجود نواقل كهربائية فعالة، وعدم إحداث تأذي للتجهيزات الكهربائية بسبب دفق الماء.

ورغم أن العوالق الهوائية الحاوية على ألياف الأسبست تكون ضئيلة في الطريقة الرطبة بالإرذاذ إلا أنها موجودة ولا يمكن إزالتها نهائياً لذا فمن الواجب استخدام وسائل الحماية التنفسية المناسبة.

2.10.10 الطريقة الجافة /أقل تفضيلاً/

ينحصر استخدام هذه الطريقة في الحالات التالية:

1ً – إذا كانت الطريقة الجافة غير ملائمة (كوجود أسلاك أو نواقل أو تجهيزات كهربائية قد تتأذى أو يحدث شورت كهربائي).

2ً – وجود موافقة مسبقة من هيئة الصحة والسلامة المهنية في السلطة المختصة للمقاطعة أو الإقليم وذلك إن كان ذلك مطلوباً وفق قوانين بعض الدول.

وفي هذه الطريقة ينطلق كم كبير من العوالق الهوائية الحاوية على ألياف الأسبست مقارنة مع الطريقة الرطبة وبناء على ذلك هناك شروط يجب توفرها لدى استخدام هذه الطريقة وهي:

1ً – يجب إغلاق منطقة العمل بملاءات بلاستيكية سماكتها 200 مكرون على الأقل ويطبق ضمنها ضغط سلبي يساوي 12 بار على الأقل.

2ً – يجب على جميع العاملين ارتداء قناع الوجه الكامل مع تطبيق ضغط هواء إيجابي مع وضع ماصات هوائية.

3ً – يجب إزالة الـACM بأقل قدر ممكن من الاضطراب لتخفيف انبعاث العوالق الهوائية الحاوية على ألياف الأسبست ما أمكن.

4ً – يجب وضع المخلفات مباشرة في حاويات مناسبة ومرطبة.

5ً – في بعض الحالات يمكن استخدام شاخصات لتخفيف كمية العوالق الحاوية على ألياف أسبستية وهناك يجب أن تكون فوهة الخرطوم بحجم كاف وسرعة الهواء لا تقل عن 1 متر/ثانية. وتوضع الفوهة على بعد لا يجاوز قطر هذه الفتحة للوصول إلى فعالية جيدة في تنظيف وشفط هذه الألياف.

11.10 التجهيزات المستخدمة في أعمال الإزالة

1.11.10 الأدوات

يجب إيلاء عناية خاصة لاختيار الأدوات المناسبة في عمليات الإزالة هذه فإضافة إلى وجوب كونها مناسبة للعمل يجب أن تمنع أو تقلل من انبعاث العوالق الهوائية الحاوية على الأسبست إلى أدنى قدر ممكن.

وإن استخدام الأدوات المعقدة التي تعمل بالطاقة لا ينصح به عادة خشية حدوث التلوث الداخلي ويفضل عنها الأجهزة اليدوية. وإن كانت هذه الأخيرة غير كافية فينصح باستخدام الأدوات ذات السرعات المنخفضة والتي تعمل بالبطاريات والتي عادة ما تستخدم في الطريقة الرطبة. حيث تزود هذه الأدوات بنظام تهوية ناضح ذاتي Local Exhaust ventilation (LEV) ويجب أن يؤخذ بعين الاعتبار وضع ماصات هوائية كبيرة عندما لا يمكن تطبيق هذا النظام وعدم وجود أنظمة سيطرة أخرى لتخفيف تركيز الأغبرة. هذا وإن بعض المنظمات المهنية تحرم استعمال مثل هذه الأدوات في ظروف معينة.

بعد الانتهاء من العمل تنظف هذه الأدوات أصولاً وتوضع في حاويات محكمة الإغلاق ولا تستخدم في أعمال إزالة الأسبست أو تتلف كمخلفات أسبستوزية.

تحذير: يمنع استخدام الأجهزة الكاشطة أو التي تعمل بالضغط الهوائي كالمطاحن وضاربات الرمل والمناشر والمثاقب ذات السرعات العالية.

2.11.10 أجهزة الإرذاذ Spray equipment

يجب أن تستخدم أجهزة إرذاذ ذات ضغط منخفض لترطيب السطوح الأسبستوزية توصل بمزود مياه رئيس يصنع له مسدس مرش وإن لم يمكن إيجاد مزود مياه يصنع وعاء محمول كذلك الذي يستخدم في مرشات الحدائق.

تحذير: يمنع استخدام الإرذاذ بضغط عال.

3.11.10 أجهزة شفط الأسبستوز

يجب أن تتوافق مع المعايير العالمية للمخليات الهوائية

AS 3455. 1988 Industriasl vaccuum cleaners

والتصنيف العالمي للمراشح الجزئية الهوائية

As 4260 - 1997 High Efficiency Particulate Air Filters (HEPA) classification

تحذير: يحظر استخدام المخليات المنزلية ولو كانت حاوية على الفلاتر الخاصة عالية الفعالية (HEPA) المطابقة للمواصفات.

إن أجهزة إزالة الأسبستوز بالتخلية يجب أن تستخدم لكنس القطع الصغيرة مع تجنب تحطم القطع الأكبر والتي يمكن أن تكنس بمخليات كبيرة. يجب عدم استخدام مكنسات الأسبست بالتخلية في شفط المواد الرطبة كون ذلك يؤثر على فعالية المرشحات (HEPA).

ويجب استخدام الوصلة المناسبة وبما يتلاءم مع السطح المراد كنسه لأداة شفط الأسبستوز مع مسح الأداة وتنظيفها بقطعة مبللة بعد الانتهاء من العمل.

ويجب أن يؤخذ بعين الاعتبار عدم استخدام هذه الأداة ثانية إن لم يمكن تنظيفها بالشكل الكامل من آثار الأسبست إن كان ذلك ممكناً. وفي حال الاضطرار لاستخدامها ثانية توضع في وعاء محكم الإغلاق مع تعليمات بعدم استخراجها إلا في مكان العمل مع ارتداء المستخدم لوسائل الوقاية الفردية اللازمة.

4.11.10 التأكد من جاهزية الأجهزة والأدوات المستخدمة

Inspection of equipment

يجب أن يتم التفتيش على جميع الأجهزة المستخدمة في إزالة المواد الحاوية على الأسبستوز قبل البدء بالعمل وبعد الإصلاح وأسبوعياً على الأقل في حال القيام بأعمال إزالة مستمرة.

12.10 أجهزة الوقاية الفردية Personal protective equipment PPE

1.12.10 أجهزة الوقاية التنفسية

على جميع العاملين في أعمال إزالة الأسبست ارتداء وسائل الوقاية التنفسية المطابقة أو المتوافقة مع المواصفات المقررة للمشعر الأسترالي النيوزيلندي رقم 1716 لعام 2003 لأجهزة الوقاية التنفسية As/Nzs 1716-2003

كما أن اختيار واستعمال وصيانة الماصات (المنفاسات) يجب أن يتوافق أيضاً مع المقررات الأسترالية النيوزيلندية رقم 1715 لعام 1994 في انتقاء وصيانة الـ.R .P.D.

وتحفظ هذه ضمن شروط معينة ويجب أن يكون بوضع صالح للاستعمال دوماً وتخزن في مكان نظيف وتجري عليها أعمال الصيانة الدورية من قبل شخص متخصص يسميه المشرف على العمل وأي عطل يجب أن يدون ويرفع بتقرير إلى المشرف لصيانة الجهاز أو استبداله.

ويجب تدريب العمال على الاستعمال الصحيح للمنافس وأهمية وضع القناع بالشكل السليم والتنظيف الدوري وإخضاع الأجهزة للتفتيش الدوري. ويجب أن يخضع جميع العاملين لاختبار القياس الملائم لارتداء أجهزة الضغط السلبي فذوي اللحى أو ذوي الذقن الخشنة لا يمكن أن تتم حمايتهم بالشكل الكافي بأجهزة الضغط السلبي وعلى هذا فجميع العاملين يجب أن يكونوا حالقي الذقن.

2.12.10 الألبسة الواقية

يجب ارتداء الألبسة الواقية في جميع الأوقات خلال العمل بإزالة الأسبست لحين الانتهاء والتأكد من خلو الجو من الملوثات. ويجب أن تصنع هذه الألبسة من مواد مقاومة لعملية اختراقها من قبل الألياف وخالية من نسيج الفيلكرو Velcre كونه سهل التلوث وصعب التنظيف. ويفضل استعمال الألبسة لمرة واحدة والتي ترمى بعد ذلك مع الفضلات الأسبستوزية. إلا أنه في بعض الحالات والتي يخشى معها من خطر الحرائق لا يمكن استعمال هذه الألبسة. ولا ينصح بغسل الملابس المستخدمة كونه لا يمكن إزالة التلوثات العالقة بها بالشكل المطلوب وفي حال الاضطرار لذلك يفضل ترطيب هذه الملابس بالماء ووضعها في حاويات مغلقة بإحكام وإرسالها إلى الغسيل بمناطق مخصصة ويمنع غسل هذه الملابس في منازل العمال. ويجب أن لا يرتدي العمال تلك الملابس الحاوية على الصوف أو التي تعلق بها ألياف الأسبست كما أنه يجب الانتباه لحدوث الإعياء الحروري لدى العمل في الأجواء الحارة بحيث تنتقى الألبسة الواقية المناسبة من قبل خبير مختص مع اختيار وسائل إزالة التلوث المناسبة لمثل هذه الأجواء.

وتستخدم القفازات في حال وجود تركيز معين من ألياف الأسبست ويجب أن يتخلص منها كمخلفات أسبستوزية بعد الانتهاء من العمل. ورغم استعمال القفازات يجب على العمال تنظيف اليدين والأصابع والأظافر بعد الانتهاء من العمل، كما يجب ارتداء الأحذية المناسبة والمصنوعة من مقدمة فولاذية والمطاط من قبل جميع العاملين.

ويجب أن تبقى هذه في مناطق العمل خلال فترة العمل، وعند الانتهاء تنظف وتحفظ بحيث لا تستخدم إلا في أعمال إزالة الأسبست وفي حال عدم إمكانية تنظيفها جيداً يتم التخلص منها كمخلفات أسبستوزية.

13.10 مراقبة الهواء Air monitoring

يجب القيام بمراقبة الهواء بعد إنجاز أي عمل من أعمال إزالة الأسبست وذلك للتأكد من إجراءات السيطرة الفعالة، وفي معظم الحالات يكتفى بمراقبة إجراءات السيطرة دون الحاجة إلى مراقبة التعرض كونه من المفترض أن لا توجد مخاطر للتعرض وخاصة باستعمال وسائل الوقاية الفردية من قبل العاملين. وإن الحاجة للمراقبة الهوائية تبقى مختلفة حسب أشكال أعمال إزالة الأسبست،

وموضع المكان ووضعية المواد الحاوية على الأسبست والحاجة إلى وضع سياج محيط بالمنطقة وفيما إذا كان العمل ضمن بناء أو خارجاً في مكان فسيح.

ويجب أن يقوم شخص ذو كفاءة بالأمور التالية ويحدد ما يلي:

1) موضع وتكرار أخذ العينة.

2) الحاجة إلى مراقبة الهواء في المناطق المجاورة أو أعلى أو أسفل منطقة العمل، والأخذ بعين الاعتبار إمكانية تعرض شاغلي هذه الأماكن.

3) تحديد فيما إذا كان هناك حاجة لأخذ عينات إضافية.

ويجب أن يتضمن برنامج المراقبة الهوائية أيضاً الاحتياجات الخاصة بمراقبة إجراءات التنقية ويجب أن يتوافق برنامج المراقبة الهوائية المواصفات المعتمدة من قبل [(2005) NOHSC:3003].

ولا يجوز البدء بأعمال الإزالة قبل البدء بأعمال المراقبة الهوائية.

ويجب بشكل عام أن توضع مآخذ العينات الثابتة في وسط منطقة أخذ العينات بعيداً عن المناطق التي يضعف فيها تمازج الهواء كأن تكون قرب الجدران وفي الزوايا أو المناطق التي تكون فيها سرعة جريان الهواء عالية (أمام مداخل أو مخارج هواء المكيفات).

وفي حال استخدام سياج يجب أن تتم المراقبة الهوائية كما يلي:

1ً) قبل البدء بالعمل.

2ً) مراقبة يومية على الأقل لحدود منطقة العمل.

3ً) كإجراء تمهيدي لمراقبة إجراءات التنقية بعد الفحص العياني المتأني.

4ً) خلال عملية فك السياج.

5ً) كجزء من المراقبة النهائية لإجراءات التنقية الهوائية.

1.13.10 مستويات السيطرة للعوالق الهوائية الحاوية على ألياف الأسبست

هي تعريفاً التراكيز التي إن تم تجاوزها تكون الحاجة ضرورية لمراجعة إجراءات السيطرة أو القيام بأي عمل لتخفيف تلك التراكيز، فهو المستوى الذي يجب عدم تجاوزه. وهذه التراكيز هي المتبقية والتي يفضل أن يؤخذ فيها عملياً في البيئة المهنية. وهي أدنى من المستويات الموضوعة من قبل NES للأسبستوز. وهي مبينة في الجدول التالي:

حدود السيطرة (Af/ml)	الإجراءات المقترحة
< 0.01	يتابع العمل مع متابعة إجراءات السيطرة
≤ 0.01	مراجعة إجراءات السيطرة
≤ 0.02	إيقاف عمليات الإزالة والبحث عن أسباب زيادة التركيز

14.10 إزالة التلوث Decontamination

يعتمد مبدأ إزالة التلوث على نموذج ألياف الأسبست هل هي قابلة للانطلاق بشكل ذرور أم لا؟ وعلى طريقة العمل المتبعة وعلى موقع العمل. ويجب أن يشمل إزالة التلوث منطقة العمل والأدوات والتجهيزات المستخدمة بالإضافة للتخلص من الآثار الشخصية. كما أنه يجب التخلص من جميع الأسمال والخرق والصفائح البلاستيكية ومعدات الوقاية الفردية الملوثة كمخلفات أسبستوزية.

1.14.10 تنظيف مكان العمل Work place decontamination

يجب جمع كل الأغبرة والأنقاض الأسبستوزية بطريقة آمنة مع الانتباه للجدران وحواف النوافذ والأغراض والمفروشات المنزلية، ويمكن سلوك الطريقة الرطبة أو الجافة في إزالة التلوث.

1.1.14.10 استخدام الطريقة الرطبة

وتشمل الأقمشة المبللة لمسح المناطق الملوثة والتي يجب أن تستخدم لمرة واحدة فقط مع إمكانية طيها لزيادة السطح النظيف. ويتم المسح بشكل منبسط مع تجنب حشر القطعة القماشية وإن استخدمت أوعية المياه فيجب عدم إعادة ترطيب القطع القماشية ضمنه كون ذلك يلوث الماء، ويجب الانتباه بشكل خاص لمخاطر الصعق بالتيار الكهربائية لدى استخدام هذه الطريقة.

2.1.14.10 استخدام الطريقة الجافة

يجب أن تستخدم هذه الطريقة فقط في حال عدم ملاءمة استخدام الطريقة الرطبة. ويجب هنا إزالة التلوث بشكل حذر مع استخدام الماصيات الهوائية وتزال القطع الكبيرة والأنقاض الأسبستوزية باليد بعد ترطيبها. وفي كل الأحوال ولدى تعذر إزالة التلوث سواء بالطريقة الجافة أو الرطبة كوجود سطوح خشبية خشنة ملوثة نلجأ لاستعمال مادة البولي فينيل أسيتات الملونة (PVA) لمنع تسرب الأسبستوز من الأجزاء الملوثة في منطقة العمل.

2.14.10 إزالة التلوث من الأجهزة والأدوات المستخدمة

يجب إزالة التلوث عن جميع الأدوات والأجهزة المستخدمة في مهمة إزالة التلوث سواء بالطريقة الرطبة أو الجافة قبل نقلها من منطقة العمل، وفي حال تعذر ذلك أو يراد استخدامها في منطقة أخرى لإزالة الأسبست توضع في حاويات مضاعفة ومدون عليها بيانات واضحة، تنقل بعد ذلك على أن تبقى ضمن حاوياتها لحين القيام بإزالة التلوث منها أو البدء في العمل ثانية بإزالة الأسبست ضمن شروط السيطرة الكاملة. مع الانتباه إلى ارتداء وسائل الوقاية الفردية لدى فتح هذه الحاويات لتنظيف الأدوات أو إعادة استعمالها علماً أن عمليات التنظيف تجرى فقط في ظل وجود إجراءات سيطرة كاملة مع وضع علامات تحذير واضحة على هذه الحاويات.

3.14.10 إزالة التلوث من التربة

15.10 التخلص من الفضلات Waste Removal

يجب وضع برنامج للتخلص من الفضلات الأسبستوزية مع الأخذ بعين الاعتبار ما يلي:

1ً – احتواء الفضلات

2ً – موقع خزن هذه الفضلات

3ً – أسلوب نقل هذه المحتويات ضمن الموقع وخارجه

4ً – تحديد موضع رمي هذه الفضلات

5ً – أخذ موافقة بالسماح من الجهات المختصة لرمي هذه الفضلات في الموقع المحدد.

ولا يسمح في أي شكل كان ترك الفضلات سائبة بشكل عشوائي وأن تتراكم في مكان العمل. وفي حال لم يكن بالإمكان ترحيلها فورياً فيمكن أن توضع في براميل أو حاويات خاصة للقمامة معدنية وتغلق بإحكام لحين إكمال العمل.

1.15.10 مواصفات الحاويات /الأكياس/ Waste bags

توضع المخلفات في حاويات من البولي ايتيلين لا تقل ثخانتها عن 200 مكرومتر وأبعادها لا تزيد عن 1200 ملم طولاً و900 ملم عرضاً.

ويجب أن يكتب عليها التحذيرات المناسبة بشكل واضح تتضمن التحذيرات ما تحويه وبأنه يجب تجنب استنشاقها.

وكمثال CAUTION - ASBESTOS

DO NOT DAMAGE OR OPEN
DO NOT INHALE DUST
CANCER AND LUNG DISEASE HAZARD

ويجب ترطيب هذه المخلفات بشكل عام للإقلال من انبعاث الأسبستوز خلال حزمها أو تمزق الحاويات لاحقاً.

ويجب استخدام الأكياس غير المستعملة والمخصصة حصراً للأسبست حيث لا تستعمل تلك لأغراض أخرى. ويجب حزم وتغطية المخلفات الحاوية على قطع صلبة أو ذات حواف حادة بشكل تمهيدي قبل أن توضع في هذه الأكياس للإقلال من خطورة عطب هذه الأكياس.

كما يجب عدم ملء هذه الأكياس لأكثر من نصف طاقتها مع دفع الهواء الداخل في هذه الأكياس بلطف بحيث لا يتسبب ذلك في إطلاق الأغبرة.

بعد ذلك تغلق الأكياس بإحكام ويطوى عنقها وتلف بشريط لاصق. ويجب أن يكون السطح الخارجي للكيس نظيفاً تماماً من أية أغبرة ملتصقة به قبل أن ينقل من منطقة العمل وجميع الأكياس تغلف ثانية بمجرد إخراجها من منطقة العمل وبعد انتهاء أعمال إزالة التلوث. ويجب تحديد طرق نقل هذه المخلفات من منطقة العمل قبل البدء بهذه العمليات أي عمليات إزالة الأسبست. وتحدد طرق النقل عبر المباني من قبل شخص كفؤ بعد المداولة مع القائمين بعمليات الإزالة ويؤخذ بعين الاعتبار أن يتم النقل خارج ورديات العمل الاعتيادي وذلك في حال كون هذه المباني مشغولة في ساعات العمل. وحالما تنقل الأكياس خارج منطقة العمل توضع في براميل أو حاويات معدنية كبيرة أو تنقل خارج الموقع من قبل شركات نقل خاصة Licensed carrier ويجب عدم إبقاء أكياس المخلفات هذه في مكان إزالة الأسبستوز مطلقاً دون وضعها في براميل أو حاويات معدنية خاصة.

2.15.10 مواصفات البراميل الحاوية للمخلفات الأسبستوزية

Aspestos Waste Drums or bins

يجب أن تكون كافة البراميل المستخدمة بحالة جيدة ومبطنة بطبقة من البلاستيك بثخانة لا تقل عن 200 مكرومتر ومكتوب عليها تحذيرات مثل خطر

أسبستوز.....الخ. هذا بالإضافة إلى ترطيب المخلفات كلها للإقلال من انبعاث أغبرة الأسبست ويجب أن تؤمن هذه الحاويات قبل بداية العمل بإزالة الـACM ويجب أن تختم بغطاء مستدير الحواف محكم الإغلاق وتمسح بماسحة رطبة قبل نقلها من منطقة إزالة الأسبستوز. وإن لم نتمكن من وضع هذه الحاويات داخل منطقة العمل توضع في أقرب منطقة ممكنة. وإن طرق نقل هذه المخلفات يتم دراستها ووضعها قبل البدء بهذه المهمة، كما تقرر طريقة النقل المثلى لهذه المخلفات عبر الأبنية من قبل شخص ذو كفاءة وخبرة عالية. ونختار لهذه المهمة الزمن خارج أوقات العمل حيث تخزن في مكان آمن. كما لا يتم نقل هذه البراميل يدوياً وإنما عبر شاحنات أو رافعات. ويمكن استخدام ماصات لتجميع الـACM المزاحة على أن يمرر الهواء الناجم عنها على فلاتر HEPA قبل أن ينطلق خارج منطقة العمل.

بطاقات التحذير الخاصة بالحاويات التي تحوي على مخلفات أسبستوزية

3.15.10 استخدام الحاويات المعدنية الكبيرة

في بعض الأحيان يصعب تطبيق فكرة الأكياس أو البراميل في التخلص من النفايات الأسبستوزية كون حجمها كبير حيث نلجأ هنا لاستخدام قداديس معدنية أو عربات من شروطها أن تكون بحالة جيدة، حيث توضع المخلفات الأسبستوزية في حاويات مبطنة بطبقة مضاعفة من البلاستيك قبل وضعها في القادوس ويمكن للمخلفات غير القابلة للانتشار بشكل أغبرة أن توضع مباشرة وتغطى بطبقة ثقيلة من البلاستيك لا تقل ثخانتها عن 200 مكرون مع ترطيبها للإقلال من تولد العوالق الهوائية الحاوية على ألياف الأسبست وحالما يمتلئ يغلق بإحكام.

16.10 التخلص من النفايات الأسبستوزية

Disposal of Asbestos Waste

يجب أن تنقل هذه المخلفات الأسبستوزية من قبل أناس ذوي خبرة في هذا المجال حيث يتخلص منها وفق قوانين المقاطعة أو الإقليم وذلك ضممن مرمى خاص محدد من قبل الجهات الحكومية المختصة بحماية البيئة.

17.10 إجراءات خاصة إضافية للتخلص من المواد الأسبستوزية القابلة للتطاير

يجب أن نمنع خلال إجراءات الإزالة انبعاث ألياف الأسبستوز في الجو أثناء وبعد إنجاز العمل وذلك من خلال اختيار طريقة الإزالة المثلى والتي تعتمد على حالة وكمية وتوضع المواد الأسبستوزية مع النظر بعين الاعتبار إلى التغلب على أية مخاطر أخرى تتعلق بالصحة والسلامة المهنية قد تكون موجودة. حيث يجب استعمال الطريقة الرطبة في إزالة المواد الأسبستوزية القابلة للتطاير عندما يكون ذلك ممكناً وضمن جو مغلق. بالإضافة لذلك:

1ً - يجب إغلاق جميع فتحات التهوية لمنع دخول العوالق الهوائية الحاوية ألياف الأسبست ضمن الشبكة.

2ً - تبديل جميع المراشح المستخدمة في التهوية الميكانيكية بعد الانتهاء من عمليات التنظيف.

3ً - الانتباه المطلق لعدم انطلاق ألياف الأسبستوز إلى خارج منطقة العمل عبر الأنابيب.

18.10 وحدة عوادم الضغط السلبي

Negative pressure exhaust units

من أجل منع تسرب ألياف الأسبست المحمولة على العوالق الهوائية في منطقة العمل المغلقة يجب استخدام هذه الوحدة لخلق ضغط هوائي سلبي يعادل 12 بار ضمن منطقة العمل المغلقة.

وبشكل مثالي يجب أن تتوضع وحدة الضغط السلبي مقابل وحدة إزالة التلوث لإعطاء مجرى هوائي لطيف وبذلك يمر معظم الهواء الداخل إلى منطقة عمل إزالة الأسبست عبر وحدة إزالة التلوث، بينما يمر الهواء المستخلص أو الخارج عن هذه الوحدة عبر مرشح HEPA للتخلص من أية أغبرة أسبستوزية قبل أن ينطلق خارجاً للهواء الجوي. ويجب أن تعمل تجهيزات الاستخلاص هذه بشكل مستمر (24 ساعة/يوم) لحين التخلص من جميع المواد الأسبستوزية المطلوب إزالتها أو إنهاء مهمة إزالة التلوث ضمن جو العمل المغلق، علماً أن فلاتر الـHEPA يجب أن تكون مطابقة للمواصفات. As 4260: 1997 High Efficeicy Particulate Air Filter (HEPA) classification, Construction and performance

ويجب وضع فلتر خشن قبل الفلتر ذو المواصفات المذكورة لإطالة عمل هذا الفلتر الأخير. ويجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة خلال تبديل هذا الفلتر لمنع تلوث المنطقة خارج مكان العمل المغلق. وإن أكثر الطرق أماناً لتقييم صلاحية الفلتر هي التفتيش المنظم أو الكشف المنتظم عنه مع وضع جهاز إنذار ثابت يدل على أي خلل في عمل الفلتر.

1.18.10 الإغلاق والشروط التي يجب أن تتوفر فيه

أينما توجد إمكانية تطبيق الضغط السلبي في جو مغلق بمنطقة عمل إزالة الأسبستوز وخاصة بالنسبة للمواد الأسبستوزية الممكنة التطاير يجب تطبيق وتعزيز هذه الطريقة. وكذلك في حال المواد الأسبستوزية غير القابلة للتطاير عندما نجد أن إغلاق المكان فعال في السيطرة على المخاطر المحتملة. ويجب الأخذ بعين الاعتبار الأمور التالية:

1ً - ما هي الطرق المستخدمة في احتواء منطقة العمل.

2ً - الاحتياطات الواجب اتخاذها لمنع انتشار الأسبست خارج منطقة العمل.

3ً – جودة الهواء في المكان المحاط أو المغلق مثل توفر الأكسجة الكافية مع إخراج الانبعاثات الناجمة عن الآلات وأية غازات خطرة لخارج المنطقة المغلقة.

4ً – الانتباه للحرارة ضمن الجو المغلق لمنع حدوث الشدة الحرارية.

5ً – الانتباه لأية مخاطر أخرى ضمن المكان المغلق، إذ يجب تمييزه وتطبيق إجراءات السيطرة قبل البدء بأعمال إزالة الأسبست. وتستخدم في عمليات الإغلاق صفائح بلاستيكية قاسية ثخانتها على الأقل 200 ميكرون، ويجب إغلاق جميع الأمكنة التي تتصل فيها منطقة العمل مع المحيط الخارجي كالنوافذ وفتحات السقوف ومخارج النجاة..... الخ. وبذلك يتم ضبط هواء منطقة العمل.

ويجب أن تغطي الصفائح البلاستيكية كامل الجدران والنوافذ والأبواب حيث تثبت بعوارض خشبية توضع بالشكل الملائم. كما يجب إيجاد الإضاءة الكافية سواء أكانت طبيعية باستخدام بلاستيك صافي وصقيل أو صنعية ويفضل أن تكون من خارج السياج البلاستيكي كون الإنارة الصنعية الداخلية قد ترفع الحرارة داخل السياج. كما تغطى كافة التجهيزات الثابتة والأثاث الثابت بصفائح بلاستيكية وينقل الأثاث المتحرك إلى مكان مناسب ويغطى بطبقتي بلاستيك بينهما مسافة 300ملم على الأقل تثبت بشريط لاصق مزدوج. كما يجب تأسيس حجرة هوائية Air locks في المداخل ذات جدران بلاستيكية مضاعفة مع إغلاق محكم.

وتغطى الأرضية ببلاستيك منسوج على الأقل طبقة واحدة. ومن الأهمية بمكان الانتباه لعدم حدوث تشققات في الأرضية هذه، كما يجب أن تبطن السقوف بصفائح بلاستيكية لا تنزع إلا بعد إتمام عملية التنظيف. وفي حال وجود منطقة مجاورة يجب أن يتم العمل في الفترات التي لا يتواجد أناس أي خارج أوقات عملهم، مع وضع لوائح تشير لمنطقة العمل وتشكل حاجزاً عن المناطق الملاصقة مع إبقاء مسافة فاصلة بين منطقة العمل والمناطق المجاورة. ويجب على جميع الأشخاص العاملين ارتداء وسائل الوقاية الفردية المناسبة وعلى الأقل القناع الوجهي ذي المراشح.

ويجب أن نبقي على جميع الأدوات والتجهيزات الكهربائية المستخدمة بما فيها مخليات الأسبست ضمن منطقة العمل لحين الانتهاء تماماً منه حيث يجب إزالة التلوث منها قبل نقلها.

كما أن جميع المواد البلاستيكية المستخدمة بما فيها السياج يجب أن يتم التخلص منها كفضلات أسبستوزية.

2.18.10 التأكد من فعالية عملية الإغلاق

Testing the effectiveness of the enclosure

بعد إنهاء عملية الإغلاق يراقب العمل من قبل شخص قدير الذي يختبر مدى تسرب الأدخنة قبل الشروع بالعمل.

ويجب الانتباه لعدم تشغيل وحدة الضغط السلبي خلال إجراء اختبار الدخان والذي يشترط أن يكون غير سام. ويجب عدم البدء بالعمل في حال وجود تسرب ولو بسيط أو نقص في عملية الإغلاق. كما يجب مراقبة فعالية السياج وبشكل منظم خلال العمل، وإن أظهرت المراقبة الهوائية أو الاختبارات بالرؤية المباشرة وجود أي تسرب للأسبست من منطقة الإغلاق توقف عمليات الإزالة لحين إصلاح الخلل.

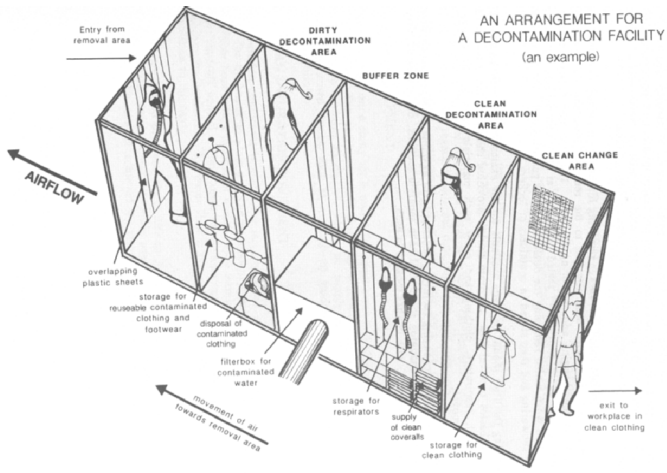
وقبل عودة المباشرة بالعمل يجب إنجاز ما يلي:

1) تمييز مصدر التسرب
2) منع استمرار انطلاق الألياف
3) عودة اختبار منطقة الإغلاق
4) تنظيف أي منطقة كانت قد تلوثت
5) متابعة المراقبة المباشرة
6) متابعة المراقبة المختبرية النوعية
7) لحظ أسس الصحة والسلامة المهنية الناظمة لهذا العمل في الإقليم أو المقاطعة
8) التقييم ثانية لوضع حدود منطقة العمل

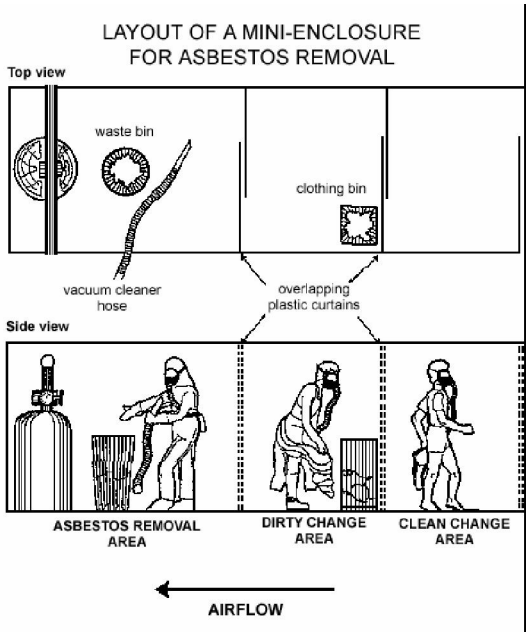
علماً أنه على الأشخاص القائمين بعملية رصد التسرب استخدام P.P.E وأي تسرب يظهر يجب سده بإحكام وإجراء اختبار التدخين مراراً وتكراراً للتأكد من كون الإغلاق محكم.

19.10 وحدة إزالة التلوث Decontamination Unit

من الأهمية بمكان استخدام وحدة إزالة التلوث وذلك لجعل ظروف العمل مقبولة. ويتم وصل هذه الوحدة بشكل مباشر مع منطقة العمل حيث يتم إزالة الأسبستوز.



وحدة ازالة التلوث



مخطط ترسيمي يبين الوحدة المصغرة المغلقة لإزالة التلوث

وتقسم هذه الوحدة إلى ثلاثة أقسام أو مراحل:

أ – منطقة إزالة التلوث الشديد

ب – منطقة إزالة التلوث النظيفة

ج – منطقة التغيير النظيفة Clean changing area

هذه المناطق الثلاث يتم الفصل بينها بحجيرات هوائية مناسبة أو مناطق دارئة، وعادة ما تزود هذه الحجيرات بأبواب Spring-loaded أو صفائح بلاستيكية مضاعفة تفصل بين كل جزء من أجزاء الوحدة وتسمح بدخول الأشخاص بينما يكون التيار الهوائي باتجاه واحد إلى منطقة العمل، والأبواب تفتح بشكل واسع والاتجاه واحد. كما يجب عدم إشغال الوحدة بأكثر من ستة اشخاص بآن واحد.

ويجب أن تزود المنطقة أ (منطقة التلوث الشديد) بـ:

1) منظف شافط أو مزيل للأغبرة العالقة على الألبسة والأحذية
2) مخزن للألبسة والأحذية الملوثة
3) حاويات خاصة للألبسة ذات الاستعمال لمرة واحدة توضع فيها كمخلفات أسبستوزية
4) دوش ماء دافئ

وتزود المنطقة النظيفة من وحدة إزالة التلوث بـ:

1) مخزن لأجهزة التنفس حيث توضع في حاوية ذات غطاء
2) تأمين جريان هوائي باتجاه المنطقة الملوثة
3) منطقة اغتسال مع تأمين ماء دافئ بشكل كاف

كما تزود منطقة التبديل بـ

1) مخزن للثياب النظيفة
2) مخزن منفصل للبشاكير النظيفة وآخر للمستعملة
3) تأمين جريان هوائي باتجاه المنطقة النظيفة السابقة

نقطة هامة:

يجب إمراء الماء المستعمل على فلاتر ذات فعالية عالية قبل السماح له بالتصريف إلى المجرور الرئيسي، حيث يجب أن يكون هذا الفلتر قادر على التقاط الجزيئات لحدود (5) ميكرون. ويجب على العمال عدم التدخين أو تناول الشراب والطعام في أي قسم من أقسام الوحدة.

1.19.10 وحدات إزالة التلوث البعيدة

عندما لا يكون بالإمكان بناء وحدة إزالة التلوث قرب منطقة العمل تبنى بعيداً. وهنا يحتاج العاملون في إزالة الأسبستوز إلى إجراءات إضافية للتقليل من التلوث الأسبستوزي بما فيها دراسة طرق فصل ووصل خطوط الماصات

الهوائية مع وجوب تحديد طرق محددة للدخول من منطقة العمل إلى وحدة إزالة التلوث.

2.19.10 الدخول إلى منطقة العمل

يجب اتباع الإجراءات التالية قبل الدخول إلى منطقة العمل:

آ. في منطقة التبديل النظيفة: يبدل العامل اللباس بارتداء لباس عمل نظيف ويرتدي ثياباً نظيفة واقية ويضع ثيابه المخلوعة في وعاء معزول عن الأغبرة، حيث يعبر إلى المنطقة النظيفة. مع الانتباه أيضاً لارتداء جوارب كافية ذات استعمال لمرة واحدة ولوجود قمصان كافية.

ب. في منطقة إزالة التلوث النظيفة: يضع هنا المنفاس مع التأكد من صلاحية عمله مع قناع وجهي جيد ويتجه للمنطقة الثالثة.

ج. منطقة إزالة التلوث الملوثة: يرتدي هنا أي وسائل حماية إضافية كانت مخزونة في هذه المنطقة مثل الأحذية الخاصة ويتم توصيل المنفاس للمزود النهائي حيث ينطلق بعدها العامل إلى منطقة العمل.

3.19.10 الإجراء لدى الخروج من منطقة العمل

هي كالتالي:

أ. في منطقة العمل:

يجب استخدام الماصات الخاصة بإزالة الأسبستوز لإزالة أية علامات واضحة لأغبرة الأسبستوز موجودة على الألبسة الواقية مع التخلص من الأحذية المتسخة وتركها ضمن منطقة العمل الملاصقة لوحدة إزالة التلوث.

ب. في منطقة إزالة التلوث الملوثة

يتم التخلص من الأحذية والجزمات إن لم يتم تركها في منطقة العمل حيث توضع في مستودعات خاصة في هذه المنطقة.

- قطع توصيل الهواء للمنافس

- إجراء دش ماء إرذاذ للألبسة الواقية والمنافس ثم خلع المنافس والألبسة الواقية ووضعها في حاويات خاصة.

كما يتم خلع الألبسة الداخلية كالقمصان والشورت الرطبة أثناء القيام بعملية الدوش ووضعها في وحدة المستودعات المزودة بها وحدة إزالة التلوث ثم يتم العبور عبر الحجرة الهوائية إلى القسم الثاني من الوحدة.

ج. المنطقة النظيفة من وحدة إزالة التلوث

هنا يتابع إجراء التدويش بالإرذاذ يتم خلالها تنظيف اليدين والأظافر والوجه والرأس ويوضع المنفاس في حاوية مناسبة ثم يعبر العامل إلى منطقة التبديل.

4.19.10 بالنسبة للأشخاص خارج منطقة السياج أو خارج المنطقة المغلقة

يجب أن يتم إعلامهم بمدة العمل ضمن المنطقة المحصورة المغلقة. والتواصل مع الأشخاص ضمن منطقة العمل والاستعداد لأي حالة طارئة.

20.10 ماذا يجب عمله بعد الانتهاء من أعمال الإزالة

بعد أن يتم إنهاء أعمال إزالة الأسبستوز يجب إزالة أية بقايا للأغبرة من خلال المسح الرطب والشفط، وذلك في منطقة العمل ووحدات التنقية.

وحالما يوافق الشخص الخبير المشرف على إيقاف هذه الأعمال في منطقة العمل ووحدات إزالة التلوث يجب بخ جميع السطوح بـP.V.A ملون مستخدمين أجهزة إرذاذ لاهوائية. والسطوح التي يمكن أن تتأذى بهذه المادة الصباغية يمكن تغطيتها بصفائح بلاستيكية وأي طبقة بلاستيكية تشكل السطح الداخلي لأي سطح يجب أن يتم بخها بمادة P.V.A. وبعد أن ينشف صباغ الـP.V.A يجب أن يقيم الوضع من قبل شخص خبير يجري مراقبة شاملة ولا ينزع أي غطاء بلاستيكي قبل التأكد عيانياً من عدم وجود أغبرة أسبستوزية متبقية وبعد أن تثبت قياسات مراقبة مستوى ألياف الأسبستوز مستوى أقل من 5.51 ليف/مل. كما أن العينات العشوائية للأغبرة ممكن أن يؤخذ بعين الاعتبار كمشعر لتقييم مدى النظافة الموجودة، ويتم التخلص من الصفائح البلاستيكية بعد ذلك كفضلات أسبستوزية.

ولا يتم إزالة لوحات التحذير لحين التأكد تماماً من نظافة المكان.

في حالات الإزالة المحدودة

نلجأ لإجراء تحديد مصغر لمنطقة العمل في حال كون إجراء الإزالة محدود كإزالة أسقف أو في الحالات الطارئة الإسعافية.

يجب أن يكون الإغلاق هنا كاف لدرجة أن تستطيع فعاليات العمل في المخيم التحرك بحرية مع استخدام التجهيزات اللازمة لعمليات الإزالة. ويجب تجنب استخدام الآليات التي تؤدي لانبعاث أدخنة الاحتراق. ويمكن أن تستخدم الحواجز المصنوعة من مواد شتى إنما يجب أن تكون قوية لدرجة كافية لترميم الصفائح

البلاستيكية التي تشكل الحواجز. ويجب استخدام صفائح بلاستيك ثخانتها لا تقل عن 200 ميكرون ويجب تجنب استخدام البلاستيك المعاد تصنيعه. كما يجب أن يكون الشريط الذي يصل الصفائح البلاستيكية بالإطار قوياً لدرجة كافية لحمل البلاستيك بشكل آمن.

ويطبق هنا ما يطبق على العاملين في حالة السياج الكبير العادي لتجنب المخاطر المحتملة. كما أن العاملين الذين يغادرون منطقة السياج هنا يمرون أيضاً بنفس المراحل التي يمر بها العاملون في منطقة السياج الكبير العادي وذلك كما تم شرحه في المقطع السابق من حيث إجراءات إزالة التلوث.

11. الأسبستوز والقانون وإرثه الصعب

تعتبر دعاوى التقاضي بسبب ما ينجم عن الأسبستوز من أثر صحي الأطول والأكثر قيمة مادية في تاريخ الولايات المتحدة إذ تضمنت أكثر من 8300 مدعى عليهم وأكثر من 730000 ادعاء عام 2002 تزايدت حتى وصلت إلى 800000 عام 2006.

وتنزع الدلائل والمؤشرات إلى أن عدد الأشخاص المصابين بالداء الأسبستوزي سوف يزداد في العقد القادم، وخمن المحللون أن الكلفة الكلية لدعاوى التقاضي من أجل الأسبستوز تبلغ في الولايات المتحدة فقط 250 بليون دولار.

ولقد بات تحديد المسؤول عن هذه الأذيات المسببة عن التعرض للأسبست يشكل أزمة بكل معنى الكلمة. ففي بلدان عديدة قصد الضحايا وعائلاتهم المحاكم مطالبين بالتعويضات وغالباً ما كانوا يضطرون لتسديد رسوم باهظة خلال المحاكمة. ولقد نشأت في الولايات المتحدة الأمريكية محاولة حديثة للجمع بين الشركات وهيئات الضمان والنقابات والداعمين السياسيين لتأسيس صندوق ائتماني يتمتع بالموارد الملائمة وتدير محكمة متخصصة بدعاوى الأسبست غير أن هذه المحاولة فشلت في الحصول على الإجماع. وخلال عام 2003 وافقت هيئات الضمان والشركات الأميركية على المساهمة مجتمعين بمبلغ 114 مليار دولار أميركي في صندوق تعويضات غير أن هذا المبلغ كان أقل بأربعين مليار دولار أميركي عن الرقم المحدد وذلك خلال المناقشات حول قانون صادر عن مجلس الشيوخ الأميركي. وسرعان ما انتقدته النقابات الأميركية.

إذاً ستبقى مسألة التعويضات عن الأسبست وخاصة في الولايات المتحدة مسألة نزاعات قضائية كما أن ذلك ينطبق على بلدان أخرى.

وفي المملكة المتحدة ظهر حكم عام 2002 يقضي برد الحجة التي تفيد أن الشركات تستطيع التهرب من المسؤولية نحو العمال الذين تعرضوا للأسبست جراء عملهم لدى أكثر من صاحب عمل، واعتبر هذا الحكم انتصاراً للمتضررين من الأسبست. ومن المتوقع أن يكلف هيئات الضمان في المملكة المتحدة 6 إلى 8

مليار جنيه إسترليني (أي ما بين 10 - 14 مليار دولار أمريكي) غير أن هيئات الضمان عادت إلى المحاكم بعد ذلك للمطالبة بتخفيض متناسب للأضرار في الحالات التي عمل فيها الموظفون لفترة من الوقت لدى أصحاب عمل ماتوا أو باتوا عاجزين عن الدفع.

فمشكلة عدم ملاءمة الشركات هي مشكلة كبيرة وهي أحد العوامل التي تدخلت في معالجة المسائل المرتبطة بالأسبست. كما أن الخوف من عدم ملاءمة الشركات كان أحد العناصر التي حفزت الأطراف في إحدى الدعاوى في جنوب أفريقيا على التوصل إلى تسوية خارج المحكمة مع منتج اتخذ من إنكلترا مقراً له.

وفي هولندا أدى التعاون بين أصحاب العمل وهيئات الضمان والحكومة إلى إنشاء معهد لضحايا الأسبست ليشكل وسيطاً بين أصحاب العمل والعمال على أساس مبالغ ثابتة للتعويض عن الأضرار.

وفي أستراليا اعتمدت أكبر شركة في تصنيع الأسبست مبادرة مماثلة تهدف إلى إنشاء صندوق للمدعين في قضايا الأسبست غير أن هذا الحل كان غير مجد مع ظهور ادعاءات حديثة تعتبر أن الصندوق قد لا يكون قادراً على تغطية التكاليف النهائية للتعويضات. ونظراً إلى طول فترة الكمون في الأمراض المرتبطة بالتعرض للأسبست وسير هذه الأمراض فإنه ستمر سنوات عديدة قبل حل كافة الدعاوى السابقة لطلب التعويضات. على أن المسألة لا تنتهي عند هذا الحد، فما زال الأسبست الأبيض يستعمل في مناطق كثيرة من العالم بالإضافة إلى أن اتفاقية منظمة العمل الدولية حول الحرير الصخري عام 1986 رقم 162 والتي تنص على إجراءات السلامة في حال استعمال الأسبست فهي تحظر استعمال بعض أنواع السبست دون سواها وقد صادقت عليها 27 دولة من الدول الـ177 الأعضاء في المنظمة وهذا يعني أنه ورغم المخاطر الصحية المعروفة للأسبست فإنه ما زال الكثير يستعمل هذه المادة حيث من الممكن أن لا تظهر الآثار المرضية الناجمة عن التعامل معه إلا بعد سنوات.

وإن منظمة العمل الدولية تسعى إلى تعزيز استعمال صكوكها الدولية من قبل الدول الأعضاء (الاتفاقية رقم 162 والتوصية ذات الصلة رقم 172) وذلك من أجل زيادة حماية العمال من التعرض للأسبست وحمايتهم من تطور الأمراض المتعلقة بالأسبست والتي قد تؤدي إلى معاناة الإنسان والنزاعات القضائية. إذ

تنتج نزاعات قضائية عديدة من التعرض المسبق في وقت لم تكن فيه صكوك المنظمة مطبقة بالشكل الملائم ولم تكن الحماية ملائمة. هذه الصكوك التي من شأن استعمالها وتطبيقها تأمين الحماية وتكثيف الجهود الوقائية والحد من آثار التعرض.

ولقد عقد الاتحاد الأوروبي ومنظمة العمل الدولية المؤتمر الأوروبي للأسبست في أيلول 2003 في دريسدن في ألمانيا وفي هذا السياق أثار جيرد ألبراخت رئيس المؤتمر إلى أن ملايين العمال والمستهلكين تعرضوا لأغبرة الأسبست وسنوياً يتم تسجيل 20 ألف حالة سرطان رئة مرتبطة بالتعرض للأسبست و10 آلاف حالة ميزوتيليوما لدى سكان أوروبا الغربية واسكندنافيا وأمريكا الشمالية واليابان وأستراليا، غير أن البلدان النامية تسجل مخاطر أكبر نتيجة التعرض وفي هذه البلدان يعتبر الأسبست بمثابة قنبلة موقوتة تبدو جاهزة للانفجار لتسبب زيادات كبيرة في الأمراض والوفيات المتعلقة بالأسبست في السنوات العشرين إلى الثلاثين المقبلة.

وبفعل المبادرات القوية على المستويات الوطنية والأوروبية والدولية حظرت بلدان كثيرة استيراد هذه المادة واستعمالها كما تحضر بلدان أخرى لتطبيق هذا الحظر. ورغم أن الإنتاج العالمي انخفض منذ السبعينات بأكثر من 50% غير أنه لا يزال ينتج حوالي مليوني طن من الأسبست سنوياً وعلماً أن استهلاك هذه المادة يرتفع في البلدان النامية.

واعتمد المؤتمر إعلان دريسدن حول حماية العمال من الأسبست. يبقى أن نشير إلى ذلك الإرث الصعب من خلال ذكر قصة بلدة صغيرة تقع على تلال شمال انكلترا اسمها هيبدن بريدج هذه البلدة الصغيرة الجميلة أصبحت حالياً مقصداً شعبياً للسياح لكنها كانت ذات يوم في قلب الثورة الصناعية وكانت مليئة بمصانع إنتاج الأقمشة الصوفية والقطنية. ولسوء حظ البعض أن هذه البلدة تضم أيضاً مصنعاً لإنتاج الأسبست ورغم أنه مقفل من وقت بعيد إلا أن إرثه مستمر من خلال مطامر نفايات الأسبست التي ختمت وتركت، ومن خلال المشاكل الصحية التي يعانيها الكثير من السكان المحليين. إذ غالباً ما تنقل إحدى الصحف المحلية أخباراً عن موظفين سابقين ماتوا بسبب أمراض متعلقة بالأسبست بما في ذلك الميزوتيليوما. غير أن شبح الأمراض هذه لا يقتصر على هذه البلدة الإنكليزية

الهائئة بل يتعداها إلى مناطق أخرى من العالم. ففي سلوفينيا كانت بلدة نوفاغوريكا (وهي بلدة تشبه هيدن بريدج من حيث موقعها الفاتن فوق التلال) كانت في وقت ما مركز صناعة الأسبست في يوغسلافيا لأكثر من سبعين سنة وإثر قلقهم من تزايد الأمراض المرتبطة بالأسبست نظم سكان هذه البلدة مؤتمراً دولياً حول هذا الموضوع عام 2003. وكذلك في مناطق أخرى من العالم مما حدا بالأمين العام للاتحاد العالمي للعمال في القطاع الكيماوي بلفت الانتباه إلى الوضع في جنوب أفريقيا حيث كان الأطفال يعملون دون حماية في أكثر المهن خطراً وكانوا يفرزون مادة الأسبست بأيديهم العارية ويسحقونه بأرجلهم الحافية. ولقد أحصت منظمة العمل الدولية وفاة 100 ألف شخص على الأقل في العالم بسبب تعرضهم للأسبست، وحالياً يودي ورم المتوسطة بحياة 3000 شخص في الولايات المتحدة وحوالي 5000 شخص في أوروبا علماً أن الأرقام مرشحة للارتفاع في السنوات القادمة.

ويمكن القول أن صحة مئات الآلاف من الأشخاص في العالم تأثرت بما سمي وباء الأسبستوز.

ونتيجة للجدل العالمي الكبير حول صحة دعاوى التعويض المتعلقة بالتعرض للأسبست والذي سبب مشاكل وعقابيل صحية تالية للتعرض مما حدا بـ60 دولة بما فيها دول الاتحاد الأوروبي إلى حظر استعمال الأسبست بشكل كامل أو جزئي.

ففي **أستراليا**: بدأ يسري تطبيق الحظر على استعمال كافة أشكال الأسبستوز في 31 ديسمبر من عام 2003 وكنتيجة للحظر عدلت لجنة الصحة والسلامة المهنية العالمية العلاقة والتعامل مع مادة الأسبست وأوجدت مقاربة ثابتة للسيطرة على التعرض في مكان العمل لإيجاد أفضل وضع صحي في التعامل مع الأسبست أو السيطرة عليه أو إزالته من مكان العمل، إذ لم يشمل الحظر آنذاك المنتجات الحاوية على الأسبست والتي هي قيد الاستعمال.

ومع أن أستراليا لديها ثلث ما لدى المملكة المتحدة من الأسبست فإن الوفيات الناجمة عن أمراض الأسبست فيها تعادل ما هو موجود في بريطانيا وهو حوالي 3000 شخص سنوياً.

وفي **كندا**: إن منجم الأسبست الوحيد الذي ما زال يعمل في كندا يوجد في مقاطعة كويبك والتي تعتبر ثاني أكبر منتج للأسبست في العالم بعد روسيا وأكبر

مصدر في العالم لهذه المادة، إذ تصدر كويبك 95% من إنتاجها من الكريزوتيل بشكل أساسي إلى آسيا والبلدان الفقيرة، وفي عام 1999 تحدت كندا منظمة التجارة العالمية في الحظر المفروض على الأسبست والذي أقر في فرنسا.

وفي **فرنسا**: حُظر استعمال الأسبست عام 1997 وأيدت منظمة الصحة العالمية ما ذهبت إليه فرنسا عام 2000 كما دعت فرنسا إلى حظر الأسبست عالمياً.

وفي **المملكة المتحدة**: اتخذت السلطة التنفيذية للحكومة البريطانية إجراءات صارمة في التعامل مع مادة الأسبستوز مستندة إلى التقارير المتعلقة بالتعرض لهذه المادة وحدوث آلاف الوفيات سنوياً بسبب الميزوتيليوما وسرطان الرئة المتعلق بالأسبست. إذ أن هناك 3500 وفاة على الأقل تحدث سنوياً في بريطانيا ناجمة عن الميزوتيليوما وسرطان الرئة المرتبط بالتعرض للأسبست علماً أن هذا العدد سوف يزداد في العقد التالي. ولم تحدد لجنة الصحة والسلامة في السلطة التنفيذية للحكومة البريطانية أية عتبة دنيا للتعرض للأسبست تكون نسبة حدوث الميزوتيليوما معها هي الصفر.

في 17 أكتوبر من عام 2007 سن قانون اللوردات تشريعاً يقضي بعدم التعويض لأولئك العمال الذين يعانون من وجود الصفائح الجنبية الناجمة عن تعرضهم للأسبست كونها لا تعد مرضاً.

مع أن موضوع التعامل مع الأسبست كان قد أخذ شكله النهائي في نوفمبر عام 2006 من خلال دمج ثلاثة قوانين بشأنه قانون حظره وقانون ترخيص العمل به والسيطرة عليه من خلال أنظمة العمل. هادفاً بذلك إلى التقليل من استعماله وانتشار المواد الحاوية عليه في أماكن العمل في بريطانيا.

وفي **الولايات المتحدة**: أشارت نقابة المحامين إلى أن ازدياد عدد الادعاءات بهدف التعويض لمعاناة أصحابها من الداء الأسبستوزي هي زيادة غير حقيقية كون الادعاء كان يحدث بمجرد إيجابية الأشعة والتي لا يعد وجودها علامة إيجابية للداء الأسبستوزي.

وهذا الجدل أساء للمرضى الحقيقيين في حصولهم على تعويضهم مما حدا بنقابة المحامين إلى فرض التوصيات التالية:

أولاً: لقبول الادعاء يجب وجود معايير واضحة تشير لسوء الوظيفة التنفسية.

ثانياً: عدم القيادة بإثارة المشكلة إلا في حال وجودها أي عندما يوجد المرض حقيقة.

هناك 10000 شخص يموتون سنوياً في الولايات المتحدة بسبب إصابتهم بالداء الأسبستوزي بمعدل 125/1 شخص يموتون أعمارهم تتجاوز الـ50 سنة. ومع ذلك لم يصدر الـEPA وكالة حماية البيئة أي حظر على استعمال الأسبست. هذا مع أن الأسبست صنف في أوائل المواد الخطرة الملوثة وذلك في البند 112 من قانون تنظيف الهواء Clean Air Act عام 1970.

وتم حظر العديد من استعمالاته من قبل (TSCA)

Toxic Substances Control Act

ولقد أشارت المجلة الأمريكية للأمراض التنفسية والعناية المشددة في أيلول 2004 إلى أن الأسبست ما زال يهدد 1.3 مليون عامل في الولايات المتحدة من عمال صناعة البناء.

المراجـع

- Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, 4th Edition, 1998
- Mineral Fibers and Health, 1991
  Douglas Liddell
  Klara Miller
- Asbestos and other Natural Mineral Fibres, 1986
  Environmental Health Criteria
  IPCS International Programme on Chemical Safety
- A practical Approach to Occupational and Environmental Medicine, 2003
  Robert J. Mccunney
- Occupational Medicine, 1990
  Joseph ladou
- Environmental and Occupational Medicine, 1983
  William N. Rom
- Biological effects of Asbestos, 1973
  P. Bogovski J.C.Gilson
  V.Timbrell J.C.Wagner
- Code of practice for the safe removal of Asbestos
  2nd Edition (Canberra Apl;1 2005)
- Environmental-Asbestos removal and cleanup - wikipedia, 2006