المبادىء العامة للعمل في المخبر السريري

الوظيفة الرئيسة للمخبر السريري إعطاء المعلومات الكيميائية الحيوية لتدبير المرضى.
تكون هذه المعلومات ذات قيمة فقط إذا كانت دقيقة وذات صلة بحالة المريض، وإذا كانت أهميتها موضع تقدير من قبل الأخصائي السريري. عندها يمكن أن تُستخدم بصورة ملائمة لتوجيه السريري لاتخاذ القرار الملائم.
تُستخدم الاختبارات الكيميائية الحيوية على نطاق واسع في الطب، لعلاقتها بكل من الأمراض التي لها أساس استقلابي واضح (مثل الداء السكري وقصور الدرق) وتلك التي تكون تبدلاتها الكيميائية الحيوية ناجمة عن المرض (مثل الفشل الكلوي وسوء الامتصاص).
تُستخدم الاختبارات الكيميائية الحيوية في التشخيص، والإنذار، والمراقبة والتقصي.

The principal function of biochemical tests

Screening	**Diagnosis**
Detection of Subclinical disease	Confirmation or rejection of clinical diagnosis
Monitoring	**Prognosis**
Monitoring progression or response to treatment	Information regarding the likely outcome of disease

الاعتيان Sampling

ينبغي جمع عينة التحليل ونقلها إلى المخبر بإتباع إجراءات نوعية. وينبغي أن تبدأ هذه الإجراءات بالشكل المطلوب للتحليل، والذي يتضمن:

- اسم المريض
- رقم المستشفى (إذا توفر بصورة ملائمة)
- العنوان
- اسم الطبيب المسؤول
- التشخيص السريري/ المشكلة
- الاختبارات المطلوبة
- نمط النموذج
- تاريخ وزمن الاعتيان
- المعالجة المرتبطة بالحالة

المريض Patient

تتأثر بعض المواد المطلوبة للتحليل بعدد من المتغيرات مثل وضعية الوقوف وزمن اخذ العينة من اليوم. وقد يكون من الضروري تحديد معيار للشروط التي يتم فيها الحصول على العينة.

Important factors which influence biochemical variable

Factor	Example of variable affected
Age	Alkaline phosphatase
Sex	Gonadal steroids
Pregnancy	Thyroxin (total)
Posture	Proteins
Exercise	Creatine kinase
Stress	Prolactin
Nutritional state	Glucose
time	Cortisol

العينة Sample

ينبغي أن تكون العينة ملائمة للاختبار المطلوب.

تُجرى معظم التحاليل على المصل أو البلازما، و يُطلب أحياناً إجراء تحاليل على الدم الكامل.

وهنالك قيمة أيضاً لتحاليل البول والسائل الدماغي الشوكي وسائل الجنب.

ينبغي تجنب الانحلال عند بزل الدم، فالانحلال يسبب زيادة في تراكيز فسفات وبوتاسيوم البلازما، وفي فاعلية AST الناقلة للأمين.

ينبغي على العامل في المخبر أن يعطي الانتباه التام لأية نتائج تكون مثيرة للدهشة في قيمتها.

إن جمع الدم في الأوعية الخطأ يمكن أن يؤدي إلى نتائج خاطئة بصورة واضحة. فالـ EDTA والأكزالات المستخدمان كمضادي تخثر من أجل بعض الاختبارات الدموية، يمكن أن يتحدا مع الكالسيوم ويسببان تناقصاً في تراكيزه المقاسة في البلازما.

ينبغي اتخاذ احتياطات خاصة لدى تحليل عينات عالية الاختطار كتلك الحاوية على فيروس B أو C أو HIV.

تحليل العينة Sample analysis

إن طريقة التحليل النموذجية تكون نوعية Specific و حساسة Sensitive ومضبوطة Accurate ودقيقة Precise.

بالإضافة إلى ذلك ينبغي أن تكون رخيصة Cheap وبسيطة Simple وسريعة الإنجاز Quick to perform.

من الملائم إجراء مجموعة من الاختبارات المرتبطة ببعضها على العينة ذاتها. مثلاً تحديد تراكيز كالسيوم وفسفات المصل وكذلك فاعلية الفسفاتاز القلوية، يمكن أن يعطي معلومات تفيد في تشخيص مرض عظمي.

النوعية specificity

تعد النوعية specificity في الاختبارات الطبية التشخيصية لمرض معين:

النسبة بين عدد الحالات السلبية الحقيقية إلى كل العينات السلبية التي تم اختبارها.

أي أن النوعية = عدد الحالات السلبية الحقيقية / عدد الحالات السلبية الحقيقية والإيجابية الكاذبة

$$\text{Specificity} = \frac{\text{True negative}}{\text{True negative + False positive}} = \frac{\text{TN}}{\text{TN + FP}}$$

$$\text{Specificity} = \frac{\text{True negative}}{\text{all without disease}} = \frac{\text{TN}}{\text{TN + FP}}$$

والنوعية 100 % تعني أن عينة الأشخاص الأصحاء ظاهرياً يظهرون بالاختبار أنهم أصحاء أيضاً. والنتائج كلها سلبية.
النوعية وحدها لن تعطينا فكرة عن الاختبار، لأن النوعية 100 % يمكن تحقيقها بسهولة باعتبار أن كل الحالات المفحوصة سلبية لذلك تجب علينا معرفة حساسية الاختبار أيضاً.
والاختبار ذي النوعية العالية فيه القليل من الأخطاء.

الحساسية Sensitivity

في أي اختبار يتم إجراؤه ...مثل فحص الدم لتحديد فيما إذا كان المرء مريضاً أم لا، أو في النظام الذاتي والأجهزة الذاتية، لكشف المنتجات الشاذة في المصنع:

تُعد الحساسية طريقة للتعبير عن أمور خاصة بالإجراءات المخبرية، حساسية هذا الاختبار هي النسبة بين الحالات ذات النتائج الإيجابية الحقيقية إلى كل الحالات الإيجابية الحقيقية والسلبية الكاذبة.

الحساسية =

$$\frac{TP}{TP+FN} = \frac{TruePositive}{Truepositive + Falsenegative}$$

$$\frac{TP}{TP+FN} = \frac{\text{TP}}{\text{all with disease}} \quad \text{الحساسية} =$$

الحساسية وحدها لا تعطينا فكرة عن الاختبار، لذلك يجب أيضاً معرفة النوعية. والحساسية 100% يمكن تحقيقها بسهولة إذا اعتبرنا كل العينات المفحوصة إيجابية الاختبار.

النتائج المتوقعة الإيجابية تعطى بالعلاقة $\frac{TP}{TP + FP}$ وهي تختلف عن الحساسية.

الدقة والمضبوطية (الضبط) Accuracy and Precision

Truthالمكتشفة من خلال التجارب: الصحة تعادل الملاحظات الأولية بالإضافة إلى التصحيحات المضافة أو زيادة المعرفة.

المضبوطية Accuracy: تخبرنا عن الحقيقة أو Truth، أما

الدقة Precision: تدل على القيمة ذاتها مرة تلو أخرى.

عند معظم الأشخاص فإن Accuracy والـ Precision لهما المعنى ذاته لكن عند المهتمين بالقياسات والتحاليل فإن العبارتين لهما معنيين مختلفين تماماً.

من الضروري التمييز بين القياس والعد بشكل واضح.

والنتائج المستخلصة من العد ستكون دقيقة تماماً بينما المستخلصة من القياسات قد تقترب من الصحة.

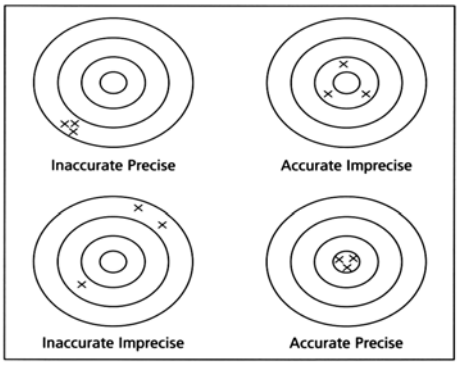
وتعاملنا يكون مع الأرقام الصحيحة تماماً، لكننا لم نتعامل مع طبيعة الأرقام التي نحصل عليها من النتائج المقاسة أو المقرّبة.

وقد تكون أفضل طريقة للتفريق بين الـ accuracy والـ precision هي استخدام ما يشابه دريئة الهدف، حيث تمثل الـ (Truth الصحة) مركز الدريئة تماماً.

الدقة Precision

إن درجة الدقة في إجراء أية عملية تحليلية أو درجة فعالية الطرق والأدوات المستخدمة للحصول على نتيجة... تبدو بما يضمن تكرارية Reproducibility في النتائج.

تتعلق الدقة Precision بجودة أي إجراء والذي نحصل من خلاله على النتائج ويمكن تمييزها عن المضبوطية (الضبط) Accuracy والتي تتعلق بجودة النتيجة نفسها.



The 'dartboard' analogy can be used to illustrate accuracy and precision.

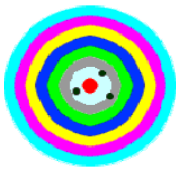
في دريئة الهدف هنالك تماثل بالقيم رغم أنها غير صحيحة In accurate وهذا التماثل يمكن تحقيقه باستخدام مجال الرؤيا sighting scope أو بعضاً من أنواع أدوات الثبات بالمعرفة التي حصلنا عليها من خلال مراقبة النتائج.

إن دريئة الهدف قد تعطينا فكرة عن التعديلات المنهجية systematic adjustment (أسفل الهدف أو إلى أيسر الهدف الذي أشير إليه)، وذلك للوصول إلى نتائج أكثر صحة... بالإضافة إلى الدقة Precision التي تم الوصول إليها في هذه الطرق والتجهيزات.

الضبط (المضبوطية) Accuracy

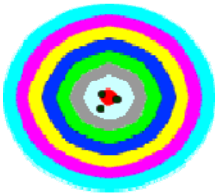
درجة التماثل مع المعياري (الصحة)

وتتعلق بجودة النتيجة ويتم تمييزها عن الدقة Precision والتي تتعلق بجودة الإجراءات.

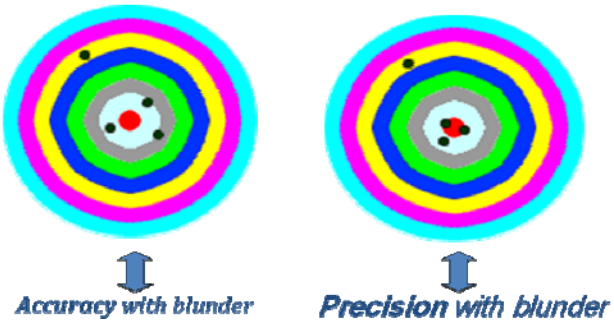


قد تشير الدريئة في الشكل إلى أن النتائج غير متلائمة مع الخبرة.

تم الاقتراب من الصحة بالرغم من عدم وجود دقة Precision كبيرة، وقد تحتاج هذه الدريئة إلى تبديل أو تعديل في التجهيزات أو في الطريقة المستخدمة للحصول على النتيجة إذا كان المطلوب درجة عالية من الدقة Precision.



يمثل الشكل النتائج التي تشير إلى كل من الـ accuracy و الـ precision وهو يختلف عن الشكل الذي تمثل فيه دريئة الهدف إحدى التعديلات المنهجية التي أشير إليها بمراعاة الـ precision دون الـ accuracy.



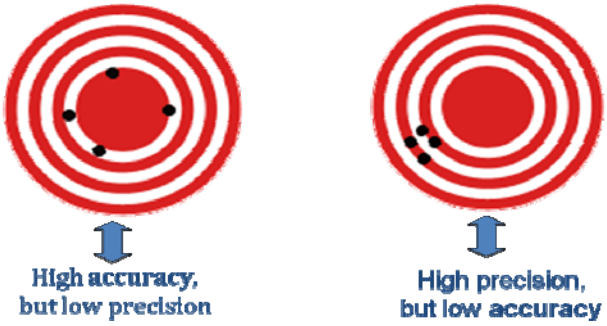
إن الحاجة إلى الدقة Precision في الأبحاث غالباً هي أكبر، وتؤدي إلى كلفة أكبر، وللحصول على درجة عالية من الدقة Precision قد يكون من الضروري استخدام تجهيزات ذات كلفة عالية أو طريقة تستهلك قدراً كبيراً من الزمن.

وعلى الباحث أو المحلل أن يحدد ما هي الطريقة والدقة Precision الناتجة، إذا كان من الضروري الوصول إلى المضبوطية (الضبط) Accuracy المطلوبة والمتلائمة مع الخبرة.

المضبوطية (الضبط) Accuracy: في العلوم – الهندسة – الصناعة – الإحصاء ... هي درجة من تماثل الكميات المقاسة والمحسوبة مع القيمة الحقيقية الفعلية.

الدقة Precision، أو ما يسمى بالاسترداد أو التكرارية، هي الدرجة التي ستعطي فيها القياسات نتائج متشابهة أو اقتراب نتائج القياسات المتكررة ... للعينة نفسها من القيمة الوسطى.

يمكن أن تكون نتائج القياسات مضبوطة accurate، لكن لا تكون دقيقة precise وقد تكون العكس، ويمكن أن تكون مضبوطة ودقيقة وفي هذا الحالة تسمى موثوقة أو متحقق من صلاحيتها (valid).



التحديد الكمي لـ Accuracy والـ Precision

إن أية طريقة تحليلية يجب أن تحقق المضبوطية Accuracy و الدقة Precision والنتائج فيها يجب أن تكون قريبة ومتمركزة بشكل وثيق حول قيمة معلومة.

في دراسة لأي نتيجة: فإن القيمة 8 مثلاً سترمز إلى أن أدوات القياس قادرة على أنها تقيس ما هو أكبر من القيمة 1.

فبينما القيمة 8.0 وهو كما في الرياضيات مساوية لـ 0.8 سترمز إلى أن القيمة في الموقع العشري الأقل الأول والقيمة الثابتة 8.0 أكثر دقة precision، لذلك تعد accuracy عملية تصحيح القياسات بينما الـ precision تحديد القدرة على التخلص من الفروقات الصغيرة.

تُقسم الدقة precision إلى:

التكرارية repeatability: ازدياد التبدلات عند الحفاظ على الشروط ذاتها باستخدام الأدوات نفسها والمخبريين ذاتهم وتكرار العمل في فترة زمنية قصيرة.

الاسترداد reproducibility: ازدياد التبدلات عند استخدام عمليات القياس نفسها باستخدام أدوات مختلفة وفي زمن طويل.

يعبر عادة عن الدقة precision بالانحراف المعياري في عملية القياسات، وتسمى كذلك الأخطاء المعيارية لعملية القياس.

يُعد المجال المحدد بانحراف معياري 1 مجالاً مرجعياً في العديد من القياسات (one sigma 68.3 %).

وإذا تم إجراء قياسات كافية لتقدير الانحرافات المعيارية بشكل صحيح في عملية ما، وكذلك إذا أدت عملية القياس إلى أخطاء متوزعة بشكل طبيعي،فإن ذلك يجب أن يمثل 68.3% من القيم الحقيقية للقياسات و سوف تتوضع بانحراف معياري قدره 1.

أما نسبة 95.1% من القيم الحقيقية للقياسات فتمثل انحرافين معياريين.

ونسبة 99.7% من القيم الحقيقية للقياسات فتمثل 3 انحرافات معيارية.

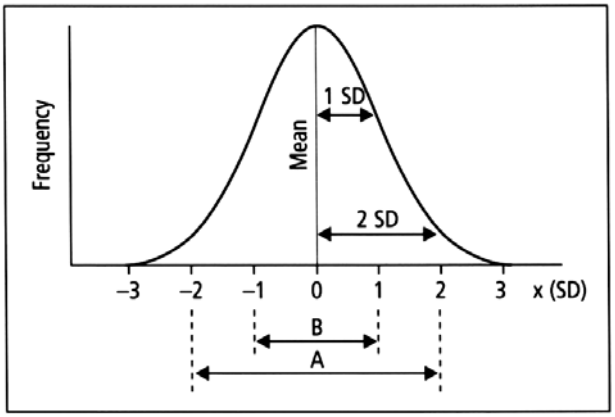


Diagram of a Gaussian (normal or symmetrical) distribution curve. The span (A) of the curve, the distance between the mean ± 2 SD, includes about 95% of the 'population'. The narrower span (B), the distance between the mean ± 1 SD, includes about 67% of the 'population'.

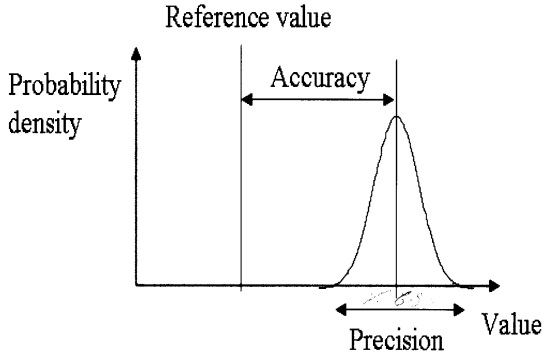
النظرية الحدية المركزية The central limit theory

تبين إمكانية توزع القياسات في مجال من الطبيعي باحتمال أكبر من القياسات المفردة.

بالإمعان في المضبوطية (الضبط) accuracy: يمكن أن نميز بين أمرين:

فروقات ما بين وسطي القياسات، والقيم المرجعية والميل bias، حيث أن إجراء تصحيح للميل ضروري للمعايرة.

الآثار المرافقة لهذه العملية بالإضافة إلى آثار الدقة precision.



الكفاءة Efficiency

كفاءة الاختبار هي عدد النتائج الصحيحة مقسومة على العدد الكلي للاختبارات.
تُعطى الكفاءة بالعلاقة التالية:
القيم الإيجابية الحقيقية + القيم السلبية الحقيقية

100 X ———————————————

العدد الكلي للاختبارات

TP + TN

——————————— X 100

Total number of tests

القيم المتوقعة Predictive Values

إن الاختبار عالي النوعية والحساسية ليس من الضروري أن يعطي مضمون سريري جيد، وذلك لأن قابلية الاختبار لتشخيص المرض تعتمد على انتشاره بين السكان المدروسين. وتُعطى هذه القابلية بالقيمة المتوقعة "predictive" value (PV).

PV_{+ve} القيمة المتوقعة للنتيجة الإيجابية = **TP / (TP + FP) X100**

- **PV_{-ve}** القيمة المتوقعة للنتيجة السلبية = **TN / (TN + FN) X100**

نسب الاحتمالية Likelihood ratios

إن مفهوم القيم المتوقعة غير مألوف لدى الكثيرين، والمفهوم المتفق عليه هو نسب الاحتمالية " Likelihood ratios" (LRs).

تُعطى LR للنتيجة الإيجابية بالعلاقة التالية: LR_{+ve} = sensitivity/(1- specificity)

وتُعطى LR للنتيجة السلبية بالعلاقة التالية: LR_{-ve} = (1- sensitivity)/specificity

وتُستخدم LRs لتعكس احتمالية الحالة الموجودة قبل إجراء التحليل إلى احتمالية وجود الحالة عقب التحليل. وكلما ازدادت قيمة LR كلما كان التحليل مفيداً أكثر.

الاختبارات التي تُجرى بجانب سرير المريض

Point of care testing (Near-Patient Testing)

A particularly important benefit of Point of care testing (POCT) relates to the rapid availability of results to optimally manage the acutely ill patient.

POCT application:

- Side-room tests on urine and faeces

- Blood gas analysis

- Small chemistry analysis (often providing blood gas results and common analytes such as electrolytes, glucose, lactate, bilirubin or various combinations of test results)

- Blood glucose analyzer

الأسباب البيولوجية للاختلاف في النتائج المخبرية Biological causes of variation

- How do results vary in health?

The concentrations of all analytes in blood vary with time due to diverse physiological factors within the individual. There are also differences between individuals.

- The important causes of within - individual variation are:

- Diet
- Time of day
- Posture
- Muscular exercise
- Menstrual cycle
- Drugs

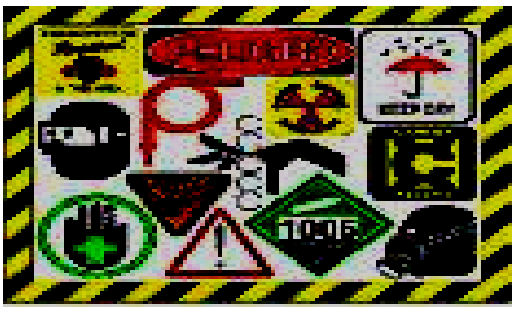
الاختلاف بين الأفراد Between – individual variation

- Age
- Sex
- Race

- **Reference ranges**

This range is determined, in practice, by measuring a set of reference values from a sample of particular defined population.

In practice, blood donors are very often selected as the most readily available reference population.



تكون المختبرات السريرية الخاصة، بحكم طبيعة العمل فيها، معرضة بشكل يومي لمختلف المخاطر القوية بما فيها: صدمة الكهرباء، الأبخرة السامة، الغازات المضغوطة، السوائل الملتهبة، المواد المشعة، المواد المخرشة، الرضح الميكانيكي، والمخاطر الوراثية من التعامل مع المواد البيولوجية؛

على كل مهني أن يكون حذراً في كل الأوقات؛

السلامة المخبرية Laboratory safety تحتم بالضرورة مراقبة فعالة للمخاطر التي توجد في المختبر السريري؛

تبدأ السلامة بالتعرّف على المخاطر وتتحقق من خلال تطبيق الحس العام، اتخاذ موقف السلامة، سلوك شخصي جيد، رعاية جيدة في العمل المخبري كله، ومناطق التخزين، وفوق كل هذا، الممارسة المستمرة للطرق المخبرية الجيدة.

في معظم الحالات، يمكن أن تُعزى الحوادث مباشرة إلى سببين رئيسين: إما أفعال غير سليمة (ليس من الممكن التعرف عليها من قبل الشخص) وإما إلى ظروف بيئية غير سليمة.

السلامة المهنية والعمل الصحي Occupational Safety and Health Act (OSHA)

. وضع القانون العام 596-91، في اجتماع عقد عام 1970.

. كان الهدف من هذا التنظيم الفيدرالي تزويد المستخدمين جميعهم (بما فيهم الشخص المخبري السريري) ببيئة العمل السليمة.

. هنالك تنظيمات فيدرالية أخرى تتعلق بالسلامة المخبرية، مثل قانون الماء النظيف، قانون حفظ الموارد والاسترداد، وقانون مراقبة المواد السامة.

. ويُطلب من المختبرات السريرية أن تمتثل لقوانين السلامة المحلية القابلة للتطبيق، مثل تلك المتعلقة بالبناء والحريق.

. إن مقاييس OSHA التي تنظم السلامة في المختبر تتضمن: المقياس الممرض المتولد عن الدم، مقياس الفورمألدهيد، المعياري المخبري، مقياس الاتصال الخطر، مقياس التنفس، مقياس ملوثات الهواء، ومقياس معدات الحماية.

. بما أنه يتم بصورة مستمرة تحديث القوانين والرموز، فإنه ينبغي باستمرار مراجعتها، ويساعد في ذلك المكتبات المحلية، الانترنت، وشركات التنظيم المحلية.

Safety Awareness for Clinical Laboratory Personnel

مسؤولية السلامة Safety Responsibility

يتقاسم المسؤولية كل من المسؤول عن العمل والعاملون في المختبر، وتتلخص مسؤوليات المسؤول عن العمل في:

* إنشاء الطرق المخبرية وسياسات السلامة المخبرية
* مراقبة وإرشاد العاملين في المختبر؛
* تقديم معلومات السلامة، والتدريب، وأدوات الحماية الشخصية، والمراقبة الطبية للعاملين في المختبر؛
* تقديم التسهيلات المخبرية وأدوات استمراريتها التي تتلاءم مع متطلبات المهنة.

مسؤوليات العاملين في المختبر

معرفة وطواعية العمل بطرق السلامة المخبرية التي تم إنشاؤها؛
التمتع بمواقف إيجابية تجاه المراقبين، والمشاركين في العمل، والتدريب على السلامة؛
إعطاء ملاحظة سريعة وفورية عن الظروف أو الممارسات غير السليمة إلى المراقب المباشر والتأكد من أنه قد جرى تصحيح تلك الشروط والممارسات غير السليمة؛
الاشتراك في إدارة ممارسات العمل السليم واستخدام معدات الحماية الشخصية.

أدوات السلامة

تطورت أدوات السلامة المستخدمة في المختبر السريري بصورة نوعية. وأصبح المشرف على العمل المخبري مطالباً قانوناً بتوفير أدوات السلامة، وأيضاً مسؤولاً عن إطاعة العاملين لقواعد السلامة واستخدام أدوات السلامة؛ كافة المختبرات مطالبة بامتلاك رشاشات ماء سليمة، وأمكنة غسل العين، ومخمدات الحريق، واختبار وفحص الأدوات دورياً، ومن المنصوح به أن تعطي رشاشات الماء السليمة 30– 50 غالون/د. وهنالك عناصر أخرى تكون مطلوبة وهي بطانيات الحريق ووسائل المساعدة الأولية.
ينبغي استخدام أجهزة الممصات الميكانيكية من أجل الحصول على كافة أنماط السوائل في المختبر، بما فيها الماء. وينبغي الامتناع عن وضع الممصات في الفم.

- **الخيم المخبرية Hoods**

هنالك نوعان منها:
. خيم المواد ذات الأبخرة المتصاعدة Fume Hoods، والتي ينبغي فحص قدرتها على حصر الأبخرة. والكيميائيات التي تحفظ في الخيم ينبغي أن لا تحصر جريان الهواء. كما ينبغي تقييم التهوية في الخيم بصورة دورية، وينبغي أن تكون سرعة الجريان في واجهة الخيمة 120 ft / min.
. خيم السلامة الحيوية Biosafety Hoods: إن خيم المخاطر البيولوجية تعمل على إزالة الجزيئات التي قد تكون مؤذية للعاملين في المختبر والذين يتعاملون مع نماذج بيولوجية معدية. وعملت مراكز مراقبة الأمراض

والوقاية منها ومعاهد الصحة الوطنية على وصف أربعة مستويات من السلامة البيولوجية. ويعتمد مستوى السلامة البيولوجية للمختبر على العمليات التي تُجرى في المختبر، وطرق انتقال العوامل المعدية، ووظيفة المختبر أو فعاليته.

- **أدوات تخزين الكيميائيات**

تتوفر أدوات تخزين الكيميائيات وأدوات التعامل معها ومع الغازات المضغوطة. وينبغي دوماً استخدام كمية منقولة من الحموض والأسس في زجاجة سعة 500 مل. وينبغي توفير الكمية التي يتطلبها العمل اليومي فقط على طاولة العمل المخبري، كما ينبغي استخدام اسطوانات خاصة لنقل الغازات.

- **أدوات الحماية الشخصية**

هنالك أجزاء من الجسم تكون عرضة للتأذي في المختبر السريري، مثل العينين، الجلد، والمسالك التنفسية والهضمية. لذلك من الضروري جداً استخدام وسائل الحماية الشخصية، كالنظارات الواقية، والأقنعة التي تحمي العينين والوجه، وإن العدسات اللاصقة لا تؤمن وقاية العينين. تعمل القفازات والأكمام المطاطية على حماية اليدين. ويمكن استخدام أقنعة التنفس لحماية المسلك التنفسي خاصة حين التعامل مع مرضى السل مثلاً.

السلامة البيولوجية Biologic Safety

- **اعتبارات عامة**

ينبغي جمع عينات الدم والسوائل الأخرى ومعاملتها ونقلها باستخدام احتياطات صارمة. وينبغي تغطية النماذج البيولوجية، ذات مصدر الخطورة العالي للعدوى، أثناء تنبيذها (تثفيلها).

- **انسكاب السوائل**

ينبغي تنظيف أي انسكاب للدم أو غيره من المواد عالية العدوى، ويتضمن التنظيف الخطوات التالية:

. ارتد أدوات الحماية الملائمة؛

. استخدم الأجهزة الميكانيكية لالتقاط الزجاج المكسور أو الأدوات الحادة الأخرى؛

. امتص المنسكب بمحارم ورقية، أو قطن، أو نسيج؛

. نظف موضع الانسكاب باستخدام منظف سائل عام؛

. أزل العدوى من موضع الانسكاب باستخدام سائل معقم يترك لزمن ملائم؛

. اشطف موضع الانسكاب بالماء؛

. تخلص من المواد جميعها في أوعية ملائمة.

ينبغي اتخاذ احتياطات صارمة خاصة حين التعامل مع نماذج دم ممرضة، كتلك المأخوذة من مرضى مثبت لديهم التهاب الكبد، أو عوز المناعة المكتسب، أو مرض جنون البقر.

ينبغي وضع برنامج مراقبة التعرض لمرض السل، وتقييم مخاطر تعرض العاملين في المختبر له، كما ينبغي إنشاء مناطق عزل للسل مع مراقبة تهوية نوعية، وذلك من قبل القائمين على العناية الصحية، وقد يكون مطلوباً من العاملين المعرضين لخطر الإصابة بالسل ارتداء القناع الواقي من أجل الحماية؛ كما ينبغي إجراء تقصي لمعرفة مدى تعرضهم للعدوى بالسل.

شحن ونقل المواد المخبرية يكون خاضعاً لقواعد عامة، تقتضي هذه القواعد وضع لصاقات خاصة على المواد المعدية، ولكل نموذج مطلوب للفحص المخبري أدوات وقواعد خاصة بنقله.

السلامة الكيميائية chemical Safety

التعرض للمواد الخطرة يتطلب من المختبرات السريرية ما يلي:

. وضع خطة برنامج مكتوبة ترتبط بالمواد الخطرة، ووضعها موضع التنفيذ؛

. الحصول على لوائح معلومات سلامة المواد لكل مركب خطر موجود في مكان العمل؛

. تثقيف العاملين في المختبر حول تفسير اللصاقات الكيميائية، والمخاطر الصحية للكيميائيات وكيفية التعامل مع هذه الكيميائيات بصورة سليمة.

. المحافظة على لصاقات التحذير الخطرة على الأوعية المستلمة أو المعبأة في موضع العمل.

إن صحيفة معلومات المادة Material Safety Data Sheet (MSDA) هي مصدر معلومات السلامة للعاملين في المختبر والذين قد يستخدمون مواد خطرة في وظيفتهم. ونورد هنا ملخصاً لمعلومات MSDA والذي يتضمن ما يلي:

. اسم المنتج وهويته؛ – المكونات الخطرة؛ . حد التعرض المسموح به؛ . المعلومات الفيزيائية والكيميائية؛ . معلومات الخطر على الصحة والمفعول المسرطن؛ . الطرق الرئيسة للدخول؛ . مخاطر الانفجار والحريق؛ . معلومات التفاعل؛ . اجراءات الانسكاب والإزالة؛ . توصيات أدوات الحماية الشخصية؛ . التعامل؛ . الإجراءات الاسعافية والمساعدة الأولية؛ . احتياطات النقل والتخزين؛ . اسم الشركة المصنّعة للمادة الكيميائية، والعنوان، ورقم الهاتف؛ . قسم المعلومات الخاصة.

وينبغي أن يكون من السهل الوصول مباشرة إلى نسخ من الـ MSDA من قبل العاملين في المختبر أثناء الانتقالات.

المعياري المخبري Laboratory Standard

يُعرف التعرض المهني للكيميائيات الخطرة باسم المعيار المخبري، والمعيار المهني للتعرض للمواد الخطرة يكون مطلوباً في كل مختبر يستخدم المواد الكيميائية الخطرة، بحيث يكون مكتوباً ضمن خطة النظافة الكيميائية. وتقوم هذه الخطة بتقديم إجراءات وممارسات العمل من أجل التنظيم وإنقاص تعرض الأخصائي المخبري للكيميائيات الخطرة.

ينبغي أن تتضمن الخطة وصفاً لكيفية حماية العامل في المختبر من العوامل المطفرة teratogens، والمسرطنات carcinogens، والكيميائيات السامة الأخرى.

ينبغي مراجعة بروتوكول الحماية المكتوب سنوياً، وتحديثه عندما تحدث تبدلات أو تعديلات في قائمة جرد الكيميائيات.

تذكّر أن عامل الممارسة وغسل اليدين من المكونات الضرورية للنظافة الكيميائية الحامية.

التأثيرات السمية الناتجة عن الخطرة Toxic effects from hazardous substances

تملك المواد السامة تأثيرات قوية (موضعية أو جهازية) بالفعل الكيميائي المباشر أو بالتداخل مع وظيفة أجهزة الجسم. فهي يمكن أن تسبب تأثيرات حادة أو مزمنة تبعاً لمدة التعرض. وفي الغالب إن أية مادة، حتى أكثرها إيذاءً، يمكن أن تحدث ضرراً خطراً لرئة العاملين في المختبر أو جلدهم، أو أعينهم، أو أغشيتهم المخاطية.

بعض الكيميائيات تكون خطرة بتراكيز صغيرة جداً.

إن التعرض للمواد السامة يمكن أن يكون بالتماس المباشر (الامتصاص)، الاستنشاق، الابتلاع، الحقن.

ينبغي على العاملين في المختبر السريري الحذر من الأبخرة السامة الناجمة عن المذيبات الكيميائية، مثل الأسيتون، أو الكلوروفورم، أو الميثانول، أو رابع كلور الكربون، والتي تسبب تخريشاً. كما أن أبخرة الزئبق تكون سامة، وتبتعد معظم المختبرات السريرية عن استخدام المركبات الحاوية على الزئبق.

تخزين الكيميائيات والتعامل معها Storage and Handling of Chemicals

- ***المواد الملتهبة والقابلة للاحتراق*** **ويدخل ضمنها السوائل القابلة للاشتعال،** والتي يمكن أن تسبب انفجاراً أو حريقاً، تكون من المواد الخطرة الرئيسة في المختبر السريري. وتُصنف تبعاً لنقطة الاشتعال، وهي درجة الحرارة التي تتبخر عندها كمية كافية لتشكل مزيجاً قابلاً للاشتعال مع الهواء. ومن هذه المواد الأسيتون، البنزن، الإيثانول، الإيزوبروبانول، الميثانول، التولوين، الكزيلين. ومن المفيد التذكير أن بعض المواد الملتهبة تتضمن أيضاً غازات معينة مثل الهيدروجين، ومواد صلبة مثل البارافين.
- ***الكيميائيات الآكلة (المخرشة) Corrosive Chemicals*** وتكون مؤذية للجلد أو العينين بالتماس المباشر، أو ضارة بأنسجة المسلكين التنفسي أو الهضمي، إذا استنشقت أو ابتلعت. والأمثلة النموذجية تتضمن حمض الأسيتيك والسلفوريك والنتريك والهيدروكلوريك، وبعض الأسس مثل هيدروكسيد الأمونيوم، وهيدروكسيد البوتاسيوم، وهيدروكسيد الصوديوم.
- ***الكيميائيات المتفاعلة Reactive Chemicals*** وهي المواد التي يمكن أن تنفجر تلقائياً أوتشتعل تحت ظروف خاصة، وهي تتضمن الغازات المتفجرة أو الملتهبة بالحرارة. كما تتفاعل بعض الحموض والأسس مع الماء لتوليد حرارة.ويمكن أن يحدث أيضاً احتراق تلقائي. كما أن مزج العوامل المؤكسدة، مثل البيروكسيدات، والعوامل المرجعة، مثل الهيدروجين، يولد حرارة وقد يكون متفجراً.
- ***الكيميائيات المسرطنة Carcinogenic Chemicals*** وهي تلك المواد التي تم تحديدها على انها مسببة للسرطان. وهنالك قائمة بالمواد المسرطنة، ويأتي البنزيدين فيها كمثال شائع مولد للسرطان. وينبغي استخدام إجراءات مختلفة في المختبر السريري لتجنب التعرض للعوامل المسرطنة.
- ينبغي اتخاذ إجراءات اسعافية حين انسكاب الكيميائيات، من حيث تعديل وامتصاص المنسكب، وليست هنالك إجراءات إسعافية واحدة لكافة أنماط الانسكاب.

السلامة الإشعاعية Radiation Safety

- ***الحماية المحيطية Environmental protection***

ينبغي حفظ المواد المشعة ونقلها باتخاذ احتياطات صارمة خاصة. وينبغي التركيز على المراقبة المنهجية والنظامية، وتوثيق الأدوات المخبرية، ومناطق العمل الروتينية كجزء من الإجراءات الروتينية. وينبغي الاحتفاظ بسجلات عن كمية المواد المشعة والكمية المستهلكة منها.

- ***الحماية المهنية Personal protection***

من الضروري إجراء تدريبات ملائمة للأشخاص الذين يعملون بالمواد المشعة، وكذلك مراقبة الجرعة العظمى النافذة التي يتعرض العاملون بالمواد المشعة، وذلك بإجراء تقييم منتظم لكمية الإشعاع لديهم.

- ***الإشعاع غير المؤين Nonionizing Radiation***

الأشكال غير المؤينة من الإشعاع ينبغي أيضاً أخذها بعين الاعتبار في المختبر السريري. فالأجهزة غالباً ما تبث نوعاً من أطوال أمواج الإشعاعات المغنطيسية الكهربائية التي ينبغي الوقاية منها. وتختلف التأثيرات البيولوجية الناتجة عن هذه الأجهزة، اعتماداً على طول الموجة وشدة الطاقة ومدة التعرض.

السلامة من الحريق Fire safety

- ***كيمياء الحريق The Chemistry of Fire***

الحريق هو بالأساس تفاعل كيميائي يشتمل على أكسدة سريعة لمادة الاحتراق أو الوقود، مع تحرر للحرارة والضوء. وفي المختبر السريري، تتوفر عناصر الحريق الأساسية من وقود وحرارة ومصادر اشتعال وأكسجين.

- ***تصنيف الحرائق Classification of Fires***

تُقسم الحرائق إلى أربعة أصناف اعتماداً على طبيعة المادة المشتعلة ومتطلبات الإخماد:

. الصنف الأول Class A: مواد صلبة قابلة للإشتعال بصورة عادية مثل الورق، الخشب، البلاستيك، الأنسجة؛

. الصنف الثاني Class B: سوائل وغازات قابلة للالتهاب ومنتجات بترولية قابلة للاشتعال؛

. الصنف الثالث Class C: معدات كهربائية مولدة للطاقة؛

. الصنف الرابع Class D: معادن متفاعلة قابلة للاشتعال، مثل المغنزيوم، والصوديوم والبوتاسيوم.

- ***أنماط وتطبيقات مخمدات الحريق***

تُقسم مخمدات الحريق إلى أصناف تبعاً لنمط الحريق المطلوب إخماده، ومن الضروري انتقاء النمط الصحيح من مخمدات الحريق.

. تُستخدم مخمدات حريق الماء المضغوط، بالإضافة للرغوة وأنماط الكيميائيات الجافة لإخماد الحريق من الصنف الأول الناجم عن احتراق المواد الصلبة.

. ويُستخدم ثاني أكسيد الكربون والكيميائيات الجافة لإخماد الحرائق من الصنفين الثاني والثالث واللذين يضمان السوائل والغازات الملتهبة والأجهزة الكهربائية المولدة للطاقة. ومن يُنصح باستخدام مخمدات هيدروكربون المهلجنة halogenated hydrocarbon من أجل أجهزة الكمبيوتر بصورة خاصة.

. وهنالك مشاكل خاصة في إخماد الحريق من الصنف الرابع، المرتبط بالمعادن المتفاعلة القابلة للاشتعال، لذلك يُترك أمر الإخماد لرجال الإطفاء باستخدام مخمدات كيميائيات جافة.

. ينبغي أن يعمل المهنيون كفريق واحد في الحالات الطارئة.

- **مراقبة المخاطر الأخرى Control of other hazards**
- ***المخاطر الكهربائية Electrical Hazadrs***

معظم الأفراد يدركون المخاطر من الكهرباء واستخدام الأجهزة الكهربائية، فبعض المخاطر غير المباشرة قد ينجم عنها حالات وفاة. لذلك هنالك مجموعة من الإجراءات الاحتياطية التي ينبغي اتباعها حين تشغيل أو العمل بالأجهزة الكهربائية.

. استخدم أجهزة واقية من الانفجار فقط في محيطات العمل الخطرة؛

. كن حذراً حين تشغيل جهاز عالي الفولطاج، كأجهزة الرحلان الكهربائي؛

. استخدم فقط الجهاز المرتبط بقطب أرضي ملائم (فيش له ثلاث مآخذ)؛

. تُفحص الأسلاك البالية؛

. يُجري إعداد تقرير فوري عن سوء وظيفة أي جهاز كهربائي، أو الأجهزة التي تسبب وخزاً ناجماً عن الكهرباء، من أجل إصلاحها؛

. لا تعمل على الأجهزة ذات الأسلاك المكهربة؛

. ينبغي معرفة الموضع الدقيق لصفحة المراقبة الكهربائية لمنطقة العمل؛

. لا تقم بتشغيل الجهاز الكهربائي بيدين رطبتين؛

. استخدم الطول الملائم من الأسلاك الكهربائية، ولا تقم بعمل حلقات تحميل إضافية؛

. قم بصيانة دورية للأجهزة الكهربائية، حتى وإن لم يكن هنالك سبب لها.

- ***مخاطر الغازات المضغوطة Compressed Gases Hazards***

تكون الغازات المضغوطة المستخدمة في المختبر السريري مصدراً لخطر الحريق، أو الانفجار، أو الاختناق، أو الأذيات الميكانيكية. وهنالك العديد من المتطلبات العامة لسلامة التعامل مع الغازات المضغوطة:

. معرفة الغاز المستخدم؛

. أن تكون أوعية الحفظ بوضع شاقولي؛

. حفظ الاسطوانات مغلقة بشكل آمن طوال الوقت؛

. عدم تخزين السوائل القابلة للاشتعال والغازات المضغوطة في المنطقة ذاتها؛

. استخدم المنظم الملائم لنمط الغاز المستخدم؛

. لا تحاول ضبط أو إقفال تدفق الغاز بواسطة منظم الضغط؛

. احتفظ بفجوات الحماية القابلة للإزالة في مكانها طالما بقيت الاسطوانة في موضع الاستخدام؛

. تأكد من أن صهاريج الأسيتيلين وضعت ضمن أنابيب ملائمة، لأن الغاز لا يتلاءم مع أنابيب النحاس؛

. لاتضغط بقوة أو تقسي صمام الاسطوانة؛

. استخدم العربة اليدوية لنقل الصهاريج الضخمة؛

. افحص الصهاريج الضخمة حين قدومها ومن ثم بصورة دورية من أجل التحري عن أية مشاكل مثل حالات نقص الغاز؛

. تأكد من أن الاسطوانة معنونة بشكل ملائم للتعريف بهوية محتوياتها؛

. يجب عنونة الصهاريج الفارغة بكلمة فارغ "Empty".

- ***مخاطر المواد المسيلة للدموع Cryogenic Materials Hazards***

. قد يكون النتروجين السائل واحداً من أكثر السوائل المولدة للدموع استخداماً في المختبر السريري، وهنالك عدد من المخاطر المرتبطة باستخدام مثل هذه الغازات: مثل الانفجار، الاختناق، ازدياد الحجم، المواد المضيقة للصدر، تأذي النسج المشابه للحروق الحرارية.

. ينبغي فقط استخدام الأوعية المصنعّة من مواد ملائمة لدرجات حرارة منخفضة جداً من أجل العمل بالمواد المسيلة للدموع؛ بالإضافة إلى حماية الوجه والعينين من التماس مع السطح فائق البرودة الناجم عن هذه المواد؛ كما ينبغي ارتداء القفازات.

. ينبغي إدخال المادة المراد تجميدها ببطء إلى الوعاء الحاوي على النتروجين السائل، منعاً للفوران الشديد.

- ***المخاطر الميكانيكية Mechanical Hazards***

. بالإضافة للمخاطر الفيزيائية مثل الحريق والصدمة الكهربائية، ينبغي على الأخصائي المخبري الحذر من المخاطر الميكانيكية، مثل: المنبذات Centrifuges، الصادات الموصدة Autoclaves، المجانسات Homogenizers.

فالمنبذات مثلاً ينبغي أن تكون متوازنة ليتم توزع الحمل بشكل متساو؛ وينبغي عدم فتحها أبداً إلا أن يتوقف الدوران بشكل كامل.

. إن الأدوات الزجاجية المخبرية ذاتها مصدر للخطر، وهنالك عوامل مثل الخرزات الزجاجية تُضاف إلى السوائل عند تسخينها لمنع الثوران الناجم عن فوق الغليان، وتُستخدم الملاقط والقفازات لإزالة هذه الخرزات وغيرها من الأدوات الزجاجية من الأفران، أو الصفائح الساخنة، أو الحمامات المائية.

. ينبغي التعامل مع الممصات الزجاجية بحذر شديد، وكذلك مع الأدوات الحادة كرؤوس الإبر.

- **مواد الخطورة وحيدة الاستخدام Disposal of Hazardous Materials**

يتطلب الاستخدام الوحيد للكيميائيات والأدوات معرفة بكيفية تصريفها، وهنالك أربعة طرق للتخلص منها :

. الشطف بماء دافق

. تحويلها إلى رماد بالحرق

. الدفن في التربة

. إعادة تدويرها