

تقرير
لجنة الأمم المتحدة العلمية
المعنية بآثار الإشعاع الذري

الجمعية العامة
الوثائق الرسمية : الدورة الحادية والأربعون
الملحق رقم ١٦ (A/41/16)



الأمم المتحدة

تقرير
لجنة الأمم المتحدة العلمية
المعنية بآثار الإشعاع الذري

الجمعية العامة
الوثائق الرسمية : الدورة الحادية والأربعون
الملحق رقم ١٦ (A/41/16)



الأمم المتحدة
نيويورك ، ١٩٨٦

ملاحظة

تتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام .
ويعني إيراد أحد هذه الرموز الإحالة إلى إحدى وثائق
الأمم المتحدة

المحتويات

<u>المفحة</u>	<u>الفقرات</u>	
١	٧ - ١	أولا - مقدمة
٤	٤٠ - ٨	ثانيا - الآثار الجينية للإشعاع
١٦	٦٣ - ٤١	ثالثا - العلاقة بين الجريمة والاستجابة في حالات السرطان المستحث بالإشعاع
٢٤	٨١ - ٦٣	رابعا - الآثار البيولوجية للتشعيع قبل الولادة

التذييلات

٣٣	الأول - قائمة بأسماء الخبراء الذين حضروا دورات اللجنة من الحادية والثلاثين إلى الخامسة والثلاثين كممثلين رسميين أو أعضاء في الوفود الوطنية
٣٥	الثاني - قائمة بأسماء الموظفين والخبراء الاستشاريين العلميين الذين تعاونوا مع اللجنة في إعداد التقرير
٣٦	الثالث - قائمة بالتقارير التي تلقتها اللجنة

١ - هذا هو التقرير الغني التاسع الذي تقدمه لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري^(١) إلى الجمعية العامة^(٢) ، وقد قامت لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري ، على نحو ما كان متوقعا في تقريرها لعام ١٩٨٢ ، بالتخطيط لإجراء دراسات مفصلة عن مواضيع مختارة ، إلى جانب قيامها بتقييمات شاملة من النوع الذي يجري إصداره عادة . ويتضمن هذا التقرير استعراضات لثلاثة موضوعات خاصة في ميدان الآثار البيولوجية للإشعاع المؤين من بين الموضوعات التي تعكف حاليا على دراستها . وهذه الموضوعات الثلاث هي : الآثار الجينية للإشعاع (المرفق ألف) ، العلاقة بين الجرعة والاستجابة في حالات السرطان المستحث بالإشعاع (المرفق باء) ، والآثار البيولوجية للتشعيع قبل الولادة (المرفق جيم) .

٢ - وقد جرى إعداد هذا التقرير مع مرفقاته العلمية أساسا أثناء دورات اللجنة من الحادية والثلاثين إلى الخامسة والثلاثين ، رغم أن أعداد المرفق باء قد بدأ قبل ذلك بكثير ، وأرجئ نشره إلى حين القيام بمراجعة قياس الجرعات الإشعاعية للأحياء من ضحايا هيروشيما وناغازاكي . وقد تمت معظم الأعمال العلمية الخاصة بهذا التقرير في اجتماعات فرق اخصائين كانت تنظر في ورقات العمل التي تعدها أمانة اللجنة ويتم تعديلها واستكمالها من دورة لأخرى بناء على طلبات اللجنة . أما التقرير نفسه فقد تمت صياغته في الدورة الخامسة والثلاثين . وفي الدورة الحادية والثلاثين شغل كل من السيد ز. جافوروفسكي (بولندا) ، والسيد د. بننسون (الارجنتين) ، والسيد ت. كوماتوري (اليابان) ، مناصب الرئيس ونائب الرئيس والمقرر على التوالي . وشغل هذه المناصب في الدورات التالية : السيد د. بننسون (الارجنتين) ، والسيد ت. كوماتوري (اليابان) ، والسيد أ. هداية الله (السودان) في الدورتين الثانية والثلاثين والثالثة والثلاثين ، السيد ت. كوماتوري (اليابان) ، والسيد كول (جمهورية المانيا الاتحادية) ، والسيد أ. هداية الله (السودان) في الدورتين الرابعة والثلاثين والخامسة والثلاثين . ويتضمن التذييل الأول أسماء الخبراء الذين حضروا دورات اللجنة من الحادية والثلاثين إلى الخامسة والثلاثين بوصفهم ممثلين رسميين أو أعضاء في الوفود الوطنية .

٣ - وقام بمساعدة اللجنة في إعداد التقرير عدد صغير من الموظفين العلميين والخبراء الاستشاريين الذين عينهم الأمين العام . وقد قام هذا الفريق ، الواردة أسماء أعضائه في التذييل الثاني ، بالاستعراض والتقييم الأوليين للمعلومات الفنية التي تلقتها اللجنة أو المنشورة في المطبوعات العلمية المنشورة . وفي حين أن

اللجنة باعتمادها هذا التقرير تتحمل المسؤولية الكاملة عن مضمونه فانها تود أن تعرب عن شكرها للمساعدة والمشورة التي قدمها هذا الفريق .

٤ - وقد حضر دورات اللجنة المعقودة خلال الفترة قيد الاستعراض ممثلون لمنظمة الصحة العالمية والوكالة الدولية للطاقة الذرية ، واللجنة الدولية المعنية بالحماية من الاشعاع ، واللجنة الدولية المعنية بوحدات ومقاييس الاشعاع . وتود اللجنة أن تعرب عن شكرها لهؤلاء الممثلين لاسهامهم في المناقشات . كذلك حضر جميع الدورات ممثلو برنامج الأمم المتحدة للبيئة الملحق به أمانة اللجنة . وتود اللجنة أن تعرب عن تقديرها لما تلقاه أنشطتها من مساعدة خاصة ودعم من تلك المنظمة .

٥ - وترد في التذييل الثالث التقارير التي تلقتها اللجنة في الفترة من ١١ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٨٢ الى ١٨ نيسان/ابريل ١٩٨٦ من الدول الاعضاء في الأمم المتحدة ، وأعضاء الوكالات المتخصصة والوكالة الدولية للطاقة الذرية ، فضلا عن التقارير الواردة من الوكالات نفسها . أما التقارير الواردة قبل ١١ تشرين الثاني/نوفمبر فتتضمنها التقارير السابقة التي قدمتها اللجنة الى الجمعية العامة . وقد جرى استكمال وتفسير المعلومات التي تلقتها اللجنة رسميا ، في ضوء البيانات الأخرى المتوفرة في المطبوعات العلمية الحالية أو في بعض الحالات النادرة ، في ضوء معلومات غير منشورة أسهم بها علماء بمفتهم الفردية .

٦ - وتوجز اللجنة في الفروع التالية الاستنتاجات الرئيسية التي خلصت اليها الدراسات المتخصصة التي تناولت الموضوعات الثلاثة المذكورة في الفقرة ١ أعلاه ، والتي تمت كذلك في ضوء المعلومات الموضوعية المنشورة سابقا .

٧ - وتمشيا مع الممارسة السابقة ، يقدم الى الجمعية العامة النص الرئيسي للتقرير وحده ، بينما سيصدر التقرير ومرفقاته العلمية المذكورة أدناه بوصفه أحد منشورات الأمم المتحدة التي تباع . والقصد من هذه الممارسة هو نشر هذه النتائج على نطاق أوسع بين صفوف المجتمع العلمي الدولي الذي يستخدم تقييمات اللجنة بوصفها مصدرا للمعلومات المستقلة والموثوق بها . وترغب اللجنة في أن تلفت انتباه الجمعية العامة الى أن فصل النص الرئيسي للتقرير عن مرافقاته العلمية قد تم للتيسير على القارئ ليس إلا . وينبغي أن نتذكر ان البيانات العلمية الواردة في المرفقات هي بيانات هامة للغاية وتشكل أساس النتائج الرئيسية التي يتضمنها التقرير .

الحواشي

(١) أنشأت الجمعية العامة اللجنة العلمية في دورتها العاشرة المعقودة في عام ١٩٥٥ . وقد حددت صلاحيات اللجنة في القرار ٩١٣ (د-١٠) . وكانت اللجنة في الأصل مكونة من الدول الاعضاء الآتية : اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية ، الأرجنتين ، استراليا ، البرازيل ، بلجيكا ، تشيكوسلوفاكيا ، السويد ، فرنسا ، كندا ، مصر ، المكسيك ، المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية ، الهند ، الولايات المتحدة الأمريكية ، اليابان . وقد وسعت عضوية اللجنة فيما بعد بموجب قرار الجمعية العامة ٣١٥٤ جيم (د-٢٨) ، لتشمل ألمانيا (جمهورية - الاتحادية) ، اندونيسيا ، بولندا ، بيرو ، السودان .

(٢) للاطلاع على التقارير الفنية السابقة للجنة أنظر الوثائق الرسمية للجمعية العامة ، الدورة الثالثة عشرة ، الملحق رقم ١٧ (A/3838) ؛ والمرجع نفسه ، الدورة السابعة عشرة ، الملحق رقم ١٦ (A/5216) ؛ والمرجع نفسه ، الدورة التاسعة عشرة ، الملحق رقم ١٤ (A/5814) ؛ والمرجع نفسه ، الدورة الحادية والعشرون ، الملحق رقم ١٤ (A/6314 و Corr.1) ؛ والمرجع نفسه ، الدورة الرابعة والعشرون ، الملحق رقم ١٣ (A/7613 و Corr.1) ؛ والمرجع نفسه ، الدورة السابعة والعشرون ، الملحق رقم ٢٥ (A/8725 و Corr.1) ؛ والمرجع نفسه ، الدورة الثانية والثلاثون ، الملحق رقم ٤٠ (A/32/40) ؛ والمرجع نفسه ، الدورة السابعة والثلاثون ؛ الملحق رقم ٤٥ (A/37/45) وسوف يشار الى تلك الوثائق في هذا السياق بوصفها تقارير الاعوام ١٩٥٨ و ١٩٦٢ و ١٩٦٤ و ١٩٦٦ و ١٩٧٢ و ١٩٧٧ و ١٩٨٢ على التوالي . وقد صدر أيضا تقرير عام ١٩٧٢ مع تذييلاته ومرفقاته العلمية بوصفه : الاشعاع المؤين : المستويات والاشعاع ، المجلد الاول : المستويات (منشورات الأمم المتحدة ، رقم المبيع E.27.IX.17) ، والمجلد الثاني ، الاشار (منشورات الأمم المتحدة ، رقم المبيع E.27.IX.18) . وصدر تقرير عام ١٩٧٧ مع تذييلاته ومرفقاته العلمية بوصفه : مصادر وآثار الاشعاع المؤين (منشورات الأمم المتحدة ، رقم المبيع E.77.IX.1) . وصدر تقرير عام ١٩٨٢ مع تذييلاته ومرفقاته العلمية بوصفه : الاشعاع المؤين : مصادره وآثاره البيولوجية (منشورات الأمم المتحدة ، رقم المبيع E.22.IX.8) .

ثانيا - الآثار الجينية للاشعاع

٨ - استعرضت اللجنة نواحي التقدم التي حدثت في الآونة الأخيرة في شتى المجالات ذات صلة بتقييم أخطار الإشعاع الجينية في الإنسان ، وتشتمل أهم المجالات في : تحديد نسبة انتشار الاختلالات الأحادية المنشأ والاختلاف الصبغوية وغيرها ؛ واستخدام تكنولوجيا تأشيب حمض الرايبوز المختزل النووي لأغراض تحليل المواد الوراثية البشرية في الأفراد العاديين وفي المصابين بأمراض وراثية ؛ والعلاقات بين حدوث الطفرات الجينية ، وحالات الزيج الصبغوية والسرطان ؛ والدور الذي تقوم به العناصر الوراثية المتحركة في أحداث الطفرات العفوية وما يترتب على ذلك من آثار فيمما يتعلق بتقديرات الأخطار الوراثية ؛ والبيانات الأخرى التي تتعلق بمسألة مباشرة أو غير مباشرة بالتحديد الكمي للأخطار الوراثية التي يتعرض لها الإنسان والأذى الذي يلحقه . ونتيجة لهذا التحليل المستفيض ، تعتقد اللجنة أن تقييم الأخطار الوراثية الناجمة عن الإشعاع ، الوارد في تقريرها لعام ١٩٨٢ لا يزال محييا بمسألة عامة .

٩ - ويمكن ايجاز الاعتبارات التي حددت اختيار المواضيع الرئيسية الواردة أعلاه على النحو التالي : (١) تشكل المعرفة الدقيقة نسبة انتشار الاختلالات الوراثية المندلية واختلالات الصبغيات وعن لهم استعداد قوي للإصابة بأمراض وراثية ، إطارا أساسيا لتصور أثر هذه الاختلالات في المجموعات البشرية ووضع التقديرات المتعلقة بمخاطر الإشعاعات في منظور معين ؛ (ب) أتاح نواحي التقدم التي حدثت خلال السنوات القليلة الماضية في تكنولوجيا تأشيب حمض الرايبوز المختزل النووي تحقيق مستوى من الدقة لم يكن ممكنا بلوغه من قبل في دراسة مجموعة العوامل الوراثية في الإنسان للوقوف على الدور الذي تلعبه جينات محددة في الصحة والمرض بما في ذلك السرطان ، بغية تحليل أطياف الطفرات وطبيعة الطفرات العفوية وتلك الناتجة عن الإشعاعات ووضع نهج جديدة لمعالجة الاختلالات التي تنتقل بالوراثة ؛ (ج) أسفر التلاقي الذي حدث في الآونة الأخيرة في الأفكار والأساليب المستوحاة من علم الأورام الفيروسية وعلم وراثية الخلية والبيولوجيا الجزيئية عن فتوحات رئيسية في المعرفة المتعلقة بالأساس الجيني الجزيئي للعديد من السرطانات التي تنشأ تلقائيا أو التي تسببها الطفرات ؛ (د) إن اثبات وجود عناصر وراثية قابلة للحركة (تسلسلات حمض الرايبوز النووي المتنقلة) في عدد من الأنواع (والاستدلال الافتراضي على وجودها في الإنسان) ، بالإضافة الى اثبات أن نسبة كبيرة من الطفرات العفوية (في البكتيريا ؛ والخميرة وذبابة الفاكهة) ترجع الى هذه التسلسلات الجينية القابلة للحركة ؛ يشير أن أسئلة مفادها الى أي مدى يمكن أن تكون هذه التسلسلات هي السبب في حدوث طفرات عفوية في الإنسان وهل هناك فرق من حيث

الطبيعة بين الطفرات التي تسببها الاشعاعات والطفرات العفوية ؟ و (هـ) توضح البيانات الجديدة المستخلصة من دراسات بشرية للأضرار التي تقترب باختلالات معينة عفوية النشأة وتتسم بتعدد مسبباتها ، فضلا عن البيانات المستمدة من دراسة الشذيات وغيرها من الدراسات المتعلقة بالآثار الوراثية للاشعاعات ، محلة آراء اللجنة واستنتاجاتها السابقة .

١٠ - والبيانات الجديدة المتعلقة بنسبة انتشار بعض الاختلالات الاحادية المنشأ المحددة في الانسان تؤكد أساسا التقييمات السابقة للجنة . وبالمثل ، فإن اعادة تحليل البيانات المتعلقة بمساهمة أوجه الشذوذ الصبغي في حالات الاجهاض التلقائي وولادة الجنين ميتا تشير الى أن ما لا يقل عن نسبة ٤٠ في المائة من حالات الاجهاض التلقائي التي تحدث في فترة الحمل من الاسبوع الخامس الى الاسبوع الثامن والعشرين وحوالي ٦ في المائة من حالات ولادة الجنين ميتا تقترب بالشذوذات الصبغوية . وتبين النتائج الأخيرة المستخلصة من دراسات الوراثة الخلوية الاستقصائية التي أجريت على المواليد باستخدام أساليب ازدواج الصبغيات أن معدلات تكرار تبادل المواضع والانقلابات التي تحدث عفويا أعلى من المعدلات التي كشفت عنها الدراسات التي لم تستخدم فيها أساليب ازدواج الصبغيات .

١١ - وتتراوح معدلات تواتر الشذوذات الصبغية في المرضى المتخلفين عقليا ولديهم شذوذات خلقية متعددة ما بين حوالي ٢,٥ الى ٢٠ في المائة بمتوسط يبلغ حوالي ١٢ في المائة . وفي الذكور ناقصي الخصوبة تكون نسبة انتشار تلك الشذوذات أعلى بمنزلة عشرية منها في حديثي الولادة (٦ في المائة مقابل ٠,٦ في المائة) ، غير أن معدلات تواتر أنواع معينة من الشذوذات تبين وجود اختلاف كبير .

١٢ - وقد أصبح متاحا الآن قدر كبير من المعلومات عن المواضع الهشة في الصبغيات البشرية التي هي مناطق صبغوية تظهر هشاشة (كما تدل عليه التشكيلات الصبغوية الشاذة في تحضيرات الطور الانقسام المتوسط) ، ويمكن جعلها مرئية في حالات زراعة أنسجة محددة . والموضع الهش يوجد دائما في نفس النقطة تماما في الصبغيات في جميع الأفراد أو الأقارب ، ولكنه لا يرى أبدا في جميع الخلايا التي تفحص . ومعروف حاليا حوالي ٤٠ موضعا هشا ، بما فيها موضع على الذراع الطويلة في الصبغي (ا كس) . ويقترب هذا الأخير بالتخلف العقلي المرتبط بالصبغي (ا كس) وهو يعتبر أشيع سبب محدد وراثيا للنقص العقلي ، ويليه التثلث الصبغي (٢١ متلازمة داون) . وهناك دلائل تشير الى أن بعض المواضع الهشة في صبغيات غير الصبغي (ا كس) ، يمكن أن تجعلها أكثر قابلية للكسر . وعلاوة على ذلك ، هناك دلائل على أن العديد من التغيرات

المصفوية غير العشوائية المرتبطة بسرطانات معينة لها نقاط انكسار تتوافق مع المواضع الهشة .

١٣ - وتوضح مقارنة منهجية لثلاث دراسات للنسب التقديرية لانتشار الشذوذات الخلقية بين الاحياء من المواليد - دراسة استطلاعية في الولايات المتحدة (هدفها التيقن التام) ودراستان لغترات منصرمة (احدهما جرت في كولومبيا البريطانية ، ونوقشت البيانات المستخلصة منها في التقارير السابقة للجنة ، وأجريت الاخرى في هنغاريا) - ان نسب الانتشار تتراوح بين ٨,٥ في المائة في الولايات المتحدة و ٦,٠ في المائة في هنغاريا و ٤,٣ في المائة في كولومبيا البريطانية . ومن بين أسباب اختلافات تلك التقديرات الاختلافات الجغرافية والإثنية والاختلافات في كفاءات التيقن . وجدير بالذكر على وجه الخصوص النتيجة التي تم التوصل اليها وهي أن الشذوذات العظمية - الهيكلية ، تشكل حوالي ٥٠ في المائة من جميع الشذوذات الخلقية في هنغاريا ، وحوالي ٤٥ في المائة في الولايات المتحدة وحوالي ٣٠ في المائة في كولومبيا البريطانية . وعلاوة على ذلك تشكل الشذوذات الفشائية في الولايات المتحدة ، حوالي ١٠ في المائة من المجموع ، وحوالي ١ في المائة في هنغاريا وكولومبيا البريطانية . وقد استخدمت اللجنة نسب الانتشار بين المواليد الاحياء في هنغاريا (٦ في المائة) كأساس لوضع تقديرات الاضرار بالنسبة للشذوذات الخلقية الناشئة تلقائيا .

١٤ - وتشير البيانات الأولية الى أن نسبة انتشار الاختلالات الاخرى ذات التهيؤ الوراثي القوي ، وهي اختلالات تتعلق أساسا بمرحلة البلوغ ، قد تصل الى حوالي ٦٠ في المائة على الأقل في هنغاريا . ولكل من هذه الاختلالات نسبة انتشار بين السكان لا تقل عن ١ لكل ١٠ ٠٠٠ نسمة . والقيم المتعلقة بكل واحدة من هذه الحالات في هنغاريا تدخل تماما في الحدود المبلغ عنها بالنسبة للبلدان الاخرى . وهذه الحالات غير متجانسة سواء من ناحية السببية أو من الناحية الاكلينيكية . ونسبة الانتشار بين السكان المقدرة ب ٦٠ في المائة تزيد بمرتبة عشرية عن نسبة ٤,٧ في المائة الخاصة بكولومبيا البريطانية . بيد أنه ينبغي التشديد على الاتي : (أ) بالنظر الى أن كثيرا من الافراد مصابون بأكثر من عاهة واحدة ، فإن النسبة الفعلية لمن يعانون من هذه الاختلالات من بين الهنغاريين يحتمل أن تقل عن ٦٠ في المائة ولو أنها لا تزال أكثر بكثير من نسبة ٤,٧ في المائة المسجلة في كولومبيا البريطانية ، و (ب) لا تنطبق القيمة البالغة ٤,٧ في المائة إلا على الاختلالات التي تظهر قبل بلوغ سن الحادية والعشرين ، في حين أن القيمة البالغة ٦٠ في المائة تنطبق على الاختلالات التي تظهر حتى من السبعين .

١٥ - وخلال السنوات القليلة الماضية ، أدى استخدام تكنولوجيا تأشيب حمض الرايبوز المختزل النووي في دراسة المجموعة النصفية للمبغيات البشرية الى إحداث ثورة في ميدان علم الوراثة البشري . وباستخدام مجموعة متنوعة من الانزيمات الفعالة على وجه التحديد على المادة الجينية في الخلايا ، أصبح من الممكن اجراء تحاليل مباشرة للجينات العادية والجينات الطافرة . والعديد من النتائج الناشئة من هذه الدراسات له استخدامات في الكشف عن ناقلات الاختلالات الوراثية الخطيرة من خلال التشخيص في المرحلة السابقة للولادة وفي تحديد انواع الاورام والاورام اللعاقوية . كما يجري بصورة متزايدة استخدام النهج الجزيئي في دراسة الطفرات واصلاح حمض الرايبوز المختزل النووي في خلايا الثدييات .

١٦ - كما تحقق تقدمٌ مشير في عدة مجالات خلال السنوات القليلة الماضية في فهم الاسام الوراثي للسرطان . ومن بين هذه المجالات ، يجدر ذكر ما يلي : (أ) اكتشاف أن المجموعة النصفية للمبغيات لدى الثدييات وغيرها تحتوي على تسلسلات نوييتيترات ذات صلة بالجينات السرطانية (أي الجينات المسؤولة عن توليد الاورام في عدد من أنواع الطيور والثدييات) ، وأن هذه التسلسلات ، وتعرف باسم المولدات الأولية للاورام الخلوية ، لها قدرة كامنة على توليد الاورام ؛ (ب) تحديد مولدات أولية للاورام ، في أشكال منشطة ، في خلايا الاورام واكتشاف أن حالات التنشيط تلك يمكن أن تحدث إما من خلال طفرات نقطية أو زيوع صبغوية محددة قد تشتمل فيها نقطة الانكسار على مولد الورم الخلوي ذاته ؛ (ج) احتمال اشتراك المولدات الأولية للاورام في تنظيم انتشار الخلايا .

١٧ - ومنذ ما يربو على ثلاثة عقود ، وضعت مكلينتوك الاسس المفاهيمية اللازمة لمعالجة العناصر الوراثية القابلة للحركة ، وهو مجال من أنشط مجالات البحوث الوراثية الجارية . ومن الدراسات الوراثية التي أجريت على الذرة ، توصلت مكلينتوك الى افتراض وجود ما يطلق عليه الآن العناصر الوراثية القابلة للحركة . ومنذ ذلك الحين اكتشفت مثل هذه العناصر في عدد من الأنواع ، بما في ذلك البكتريا ، والطحالب الخضراء المائلة الى الزرق ، والخميرة وذبابة الفاكهة . وهناك عدة مجموعات من الدلائل التي تشير الى أنها موجودة أيضا في المجموعة النصفية للمبغيات في الثدييات (بما فيها الانسان) ، وتم وصف بعضها على مستوى الجزيئات . وفي الكائنات العضوية المدروسة ، ظهر أن هذه العناصر الوراثية القابلة للنقل قادرة على أن تسبب كسور صبغوية ، وعمليات ازدواج ومجموعة متنوعة من التغيرات الهيكلية الأخرى ، فضلا عن الطفرات الجينية وتغيرات في قدرة الجينات على تعديل الكائن الحي في كثير من مواضع الجينات .

١٨ - والنتيجة التي تفيد أن نسبة كبيرة من الطفرات العفوية في الكائنات العضوية التجريبية المدروسة في هذا الصدد يمكن تسببها العناصر الوراثية القابلة للحركة ، وأن معدل التبدل الموضعي إما أنه لا يتأثر بالتعرض للطفرات أو أنه يتأثر بذلك تأثيرا قليلا جدا ، يمكن أن تكون لها آثار في مجال تقييم الاخطار الناجمة عن خطر الاشعاع بالنسبة للجينات . وعلى سبيل المثال ، إذا كانت غالبية الطفرات العفوية في الانسان هي ناتج جزئي لديناميات العناصر الوراثية القابلة للنقل ، وإذا كانت طبيعية هذه الطفرات العفوية تختلف عن طبيعة الطفرات التي تسببها المطفرات ، فإن استخدام أسلوب مضاعفة الجرعة في تقييم الاخطار قد يتطلب إعادة نظر . بيد أنه لا يوجد دليل في الوقت الحاضر على الفرضية القائلة بأن غالبية الطفرات العفوية في الانسان ترجع الى العناصر الوراثية القابلة للحركة .

١٩ - وقد ألقى عدد من الدراسات الأخيرة عن الخلايا الجسمية في الثدييات مزيدا من الضوء على طبيعة الشروخ في حمض الرايبوز المختزل النووي التي تؤدي الى زيوع صبغوية وعملية اصلاح حمض الرايبوز المختزل النووي المقترنة بتكوين هذه الزيوع . ومما يثير الاهتمام بوجه خاص البيانات الجديدة المستمدة باستخدام انزيمات الاندونيوكلياز التقييدية ، وهي انزيمات تتعرف على تسلسلات محددة في حمض الرايبوز المختزل النووي وتشقها ، مما ينتج عنه شظايا إما أن تكون ذات أطراف غير مدببة (كل الخيطين مشقوقا في نفس الموضع) أو ذات أطراف ملتصقة (كل خيط مشقوق في موضع مختلف) . وعلى الرغم من أنه وجد أن معدلات التواتر المطلقة للزيوع الصبغوية تعتمد على الانزيم التقييدي المستخدم ، فإن الانزيمات التي تحدث كسور ذات أطراف غير مدببة في حمض الرايبوز المختزل النووي أكفأ بكثير من الانزيمات التي تحدث كسورا ذات أطراف ملتصقة . وبالنظر الى أنه من المعروف أن هذه الانزيمات لا تحدث إلا كسورا في الخيطين في حمض الرايبوز النووي ، فإن هذه البيانات توفر برهانا مباشرا آخر على أن كسور الخيطين في حمض الرايبوز المختزل النووي هي الشروخ الرئيسية التي تشترك في انتاج الزيوع الصبغوية .

٢٠ - ويتضح من البيانات الجديدة التي تم الحصول عليها بشأن الخلايا اللمفاوية (كريات الدم البيضاء) في المرضى الذين تظهر عليهم أعراض عدم الاستقرار الصبغوي أنه ، باستثناء حالة واحدة ، تكون المعدلات التلقائية للطفور بالنسبة الى معدلات كريات الدم المأخوذة من أفراد عادييين أعلى بمعاملات تتراوح ما بين ثلاثة أو عشرة . وقد استخدمت بنجاح تقنية استنساخ الخلايا اللمفاوية التيموسية ، التي استحدثت مؤخرا في اجراء دراسات عن تأثير الاشعاعات على متحولات شيوغوانين - ٦ في الخلايا

اللمفاوية في الانسان . وتظهر البيانات حدوث زيادات تعتمد على الجرعات في معدل تواتر الطفرات ، كما تظهر أن هذه المعدلات هي من نفس الرتبة العشرية لمعدلات التواز التي تحددت في التجارب على خطوط الخلايا الليفية المستقرة .

٢١ - ومن نتائج دراسة تعاونية دولية عن استحثاث الزيوج الصبغوية في الخلايا اللمفاوية البشرية بالاشعة السينية ، خارج الجسم الحي ، يتبين عدم حدوث زيادة ، عند الجرعات المنخفضة (من ٠,٠٠٤ الى ٣, غراي) ، في نواتج الزيوج حتى تصل الجرعة ٠,٥ غراي ، وبعد ذلك تتخذ الزيادة علاقة خطية مع الجرعة . وعلاوة على ذلك ، ووفقا لتحليل القائمين بالدراسة ، فإن معدلات تواتر جميع أنواع الزيوج عند ٠,٠٠٤ غراي تقل كثيرا عن قيم العينات المعيارية .

٢٢ - وتوضح البيانات المستقاة من التحليل الخلوي المباشر للحيوانات المنوية المأخوذة من ذكور بشريين طبيعيين أن معدلات تواتر حالات الشذوذ الصبغي في هذه الخلايا تتباين بتباين الافراد (من صفر الى ٢٨ في المائة) بنسبة متوسطة قدرها ٩ في المائة تقريبا . وقد وجدت حالات شذوذ عددي وتركيبية على حد سواء . وتتراوح معدلات تواتر حالات الشذوذ العددي لدى الافراد بين ٦, و ٥ في المائة ، بينما تتراوح معدلات تواتر حالات الشذوذ التركيبي بين ١,٥ و ١٥,٨ في المائة . وكانت معدلات تواتر الحيوانات المنوية الشاذة صبغويا في الرجال الذين أجري لهم علاج بالاشعة أعلى (تبلغ في المتوسط ٢٠ في المائة ، وتتراوح بين ٦ في المائة و ٦٧ في المائة ، مع وجود ارتباط كبير بين معدلات تواتر الحيوانات المنوية الشاذة والجرعة الخصيوية) من المعدلات المناظرة قبل العلاج بالاشعة ، كما أنها كانت أعلى مما في حالة الرجال الذين لم يتعرضوا للاشعاع ؛ وهنا أيضا ، وجدت حالات شذوذ صبغي تركيبية وعددي على حد سواء .

٢٣ - أما معدلات تواتر حالات الشذوذ الصبغي الناشئة تلقائيا في الخلايا البهيمية واللاقحات المبكرة لجرز الهمستر الصيني ، فقد جرى تحديدها باستخدام تقنية متطورة للتحضيرات الصبغوية . وتشير البيانات الى أن معدل حدوث اختلال الصيغة الصبغوية الناشئ عن الأم (٢,١ في المائة) يفوق نظيره الناشئ عن الأب ثلاث مرات ؛ وأن أخطاء الانقسام الاختزالي الأول تساوي في معدل تواترها على وجه التقريب ثلاثة أمثال أخطاء الانقسام الاختزالي الثاني .

٢٤ - وقد توافر المزيد من البيانات بشأن استحثاث ظاهرة عدم انفصال الصبغيات في إنك الفئران الصغيرة السن والمسنّة بالأشعة السينية . ففي مجموعة من التجارب ، كانت معدلات تواتر البويضات التي تحتوي على أكثر من العدد النصفى للصبغيات (تضاعف العدد النصفى للصبغيات) في الفئران غير المعرّضة للاشعاع أعلى في المسنة (١,٥) في المائة) منها في الفئران الصغيرة السن (٠,٢ في المائة) . وبعد التعريض للأشعة السينية ، أظهرت معدلات تواتر البويضات المحتوية على أكثر من العدد النصفى للصبغيات ، المأخوذة من الفئران الصغيرة السن والمسنّة على السواء ، علاقة خطّية مع الجرعة ؛ ولكنه لم تكن هناك اختلافات في هذا الصدد بين الفئران الصغيرة السن والمسنّة . وفي مجموعة أخرى من التجارب التي أجريت على إنك الفئران الصغيرة السن والبويضات ، والمأخوذة عيّنتها على فترات متباعدة بعد التعريض للاشعاع ، وجدت زيادات هامة وأكبر من خطّية في تضاعف العدد النصفى للصبغيات ، حيث وجد أن البويضات المأخوذة منها عيّنت على فترات أقصر بعد التشعيع أقل حساسية من تلك المأخوذة عيّنتها على فترات زمنية أخرى . وفي مجموعة ثالثة من التجارب ، تبيّن أن استعمال الهورمون غونادوتروبين لاستحثاث الإباضة لا أثر له على حساسية الخلايا البيضية لاستحثاث حالات الشذوذ العددي أو التركيبي بالأشعاع .

٢٥ - وقد تم الحصول على مزيد من الأدلة الوراثة على استحثاث تبادل المواضع الصبغوية الوراثي في ذكور الفئران بالأشعة السينية (بعد تعريض مولّدات الحيوانات المنوية للاشعاع) . ويبين هذا حدوث زيادة في معدل التواتر ، مرتبطة بالجرعة ، حتى ٦ غراي ، حيث يبلغ متوسط معدل التواتر $(3,9 \pm 0,3)$ ، 10^{-3} لكل غراي . وتتفق معدلات تواتر تغيّر المواضع الصبغوية بعد ١,٥ غراي مع التوقعات القائمة على دراسات الوراثة الخلوية ، في حين أنه في حالات التعرض لجرعات إشعاعية أعلى ، تكون معدلات التواتر منخفضة عن المتوقع ، مما يتماشى مع النتائج السابقة .

٢٦ - ومن مقارنة لبيانات الوراثة الخلوية المتعلقة باستحثاث تبادل المواضع الصبغوية في عدد من أنواع الرئيسات غير البشرية بالأشعة السينية أو أشعة غاما (بما في ذلك البيانات المستعرضة في تقرير عام ١٩٨٢) يتبيّن أن مولّدات الحيوانات المنوية لأحد أنواع قردة القشة (المرموست) ، وهو "كاليثريكي جاكومي" ، تتمتع بحساسية مماثلة لحساسية قردة الرئيسوس . إلّا أن هذين النوعين أقل حساسية بكثير من نوع آخر من أنواع المرموست ، هو "ساغوينوس فوسيكوليس" . أما القردة آكلية السرطانات البحرية ، "ماكাকা فاسيكيولاري" ، التي درست منذ ما يزيد على ١٠ سنوات ، فتعدّ وسطا بين القردة الرئيسوس والقردة من نوعي "كاليثريكي جاكومي" و "ساغوينوس فوسيكوليس" . وقد يكون تغيّر تقنيات الدراسة هو المسؤول جزئيا عن هذه

الاختلافات . أما القردة آكلة السرطانات البحرية ، "ماكাকা فاسيكيولاريي" ، التي جرت دراستها مؤخرا فتبلغ حساسيتها للاشعاع الحاد ضعف حساسية قردة الرئيسوس . إلا أن أحدث البيانات تشير إلى أن قردة "ماكাকা فاسيكيولاريي" قد تكون أقل حساسية للتمعرض المزمّن لأشعة غاما .

٢٧ - وتوضّح البيانات المتعلقة باستثثاك حالات الشذوذ الخلقي بالأشعة السينية في ذُرّيّة الفئران التي تعرضت للاشعاع ، أن معدّل حدوث هذه الحالات (التي يجري الكشف عنها بالفحص داخل الرحم) أعلى بكثير بعد تشعيع الخلايا الجرثومية الذكرية الناتجة عن الانقسام النمفي . كما اتجهت معدلات تواتر حالات الشذوذ هذه نحو الزيادة بعد تشعيع مولّدات الحيوانات المنوية .

٢٨ - وتوافرت بيانات أخرى بشأن استثثاك الاشعاع لأورام في الفئران قابلة للانتقال بالوراثة . ويبدو أن الخلايا المنوية في الذكور والخلايا البيضية في مرحلة النضج ، في الإنك ، هما أشد المراحل حساسية لاستثثاك التغيرات الوراثية المؤدية إلى حدوث أورام في الذُرّيّة . كما أن مولّدات الحيوانات المنوية تتأثر أيضا . ويتفق نمط انتقال هذه الأورام مع نمط التحوّل الوراثي السائد ، كما تبلغ نسبة التأثير الطفري ٤٠ في المائة تقريبا . كذلك ، تتسم هذه الأورام بقدرة منخفضة على تغيير خصائص الكائن الحي .

٢٩ - ولتقدير احتمالات المخاطر الإشعاعية المرتبطة باستثثاك ظاهرة تبادل المواضع الصبغوية في الخلايا الجرثومية البشرية ، أجريت دراسات نماذجية استخدمت فيها خلايا لمفية وخلايا ليفية دموية عُرّضت للأشعة السينية . وقد جرى تحديد أماكن نقاط الانكسار المرتبطة بتغيّر المواضع الصبغوية ، وأطوال القطع الداخلة في هذه العملية والخ . ، في التحضيرات الصبغوية المخططة . وقد استخدمت المعلومات المستقاة بهذه الطريقة فيما يلي : (أ) تحديد أدنى حد من اختلال التوازن يمكن أن يحدثه أي تغيير من تغييرات المواضع الصبغوية المذكورة إذا ما حدثت هذه التغيرات في الخلايا الجرثومية ؛ (ب) مقارنة هذه التقديرات مع التقديرات المتوفرة في المراجع العلمية المتعلقة بحالات التفرد الصبغي الجزئي والتثك الصبغي الجزئي (أي فقدان أو إضافة أجزاء صبغوية صغيرة ، على التوالي) . وكان الاستنتاج الرئيسي هو أن ما يقرب من خمسي حالات تغيير المواضع الصبغوية هذه يمكن أن يُولّد حالات خلل ذات قابلية للبقاء في شكل ذُرّيّة شاذة . وهناك حاجة للحصول على مزيد من البيانات قبل أن يمكن استخدام هذه الأرقام في إطار تقدير احتمالات الخطر .

٢٠ - وقد قدرت اللجنة في تقريرها لعام ١٩٧٢ ، استنادا الى ما كان متوفرا في ذلك الحين من بيانات محدودة بشأن معدل حدوث التغيرات البنيوية غير المتوازنة في المواليد وفي نواتج الاجهاز التلقائي ، ان ما يقرب من ٦ في المائة من جميع حالات الحمل البشري التي تحدث فيها اضافات صبغوية غير متوازنة بنيويا يمكن ان تسفر عن مواليد احياء مصابين بحالات شذوذ خلقي . وقد استخدمت هذه القيمة أيضا في تقرير اللجنة لعامي ١٩٧٧ و ١٩٨٢ . وقد استرعي انتباه اللجنة ، مؤخرا ، الى خطأ في هذه الحسابات ، أصبحت القيمة بعد تمحيه تساوي ٢,٥ في المائة . إلا ان اعادة الحسابات ، مرة أخرى ، باستخدام البيانات الأشمل المتوفرة حاليا قد أدت الى ظهور تقدير منقح قيمته ٩ في المائة من النواتج المختلة الاتزان لتبادلات المواضيع الصبغوية المتوازنة التي تبقى حتى الولادة وتسفر عن أطفال مصابين بتشوهات خلقية .

٣١ - وقد قدرت اللجنة ، في تقريرها لعام ١٩٨٢ ، ان احتمال الخطر الناشئ في حالة تعرض الذكور للاشعاع من استحثاث الطفرات السائدة (المؤدية الى امراض وراثية الذرية في الجيل الاول من الذرية) يتراوح بين حالة واحدة وحالتين من الاصابات الفردية لكل مليون مولود حي لكل ميلليغراي من الاشعاع الطفيف التايين ذي المعدل المنخفض للجرعة . اما التقدير التقريبي لاحتمال الخطر في حالة تعرض الإنسان للاشعاع ، تحت نفس الظروف ، فيتراوح بين صفر وحالة واحدة لكل مليون من المواليد الاحياء . وقد بُنيت هذه التقديرات على أساس استحثاث الطفرات السائدة في الفئران ، الهيكلية منها والمؤدية الى اعتمام عدسة العين . اما المعلومات الجديدة المستقاة من حالات تقلص حجم ذرية الفئران المستحث بالاشعاع ، بعد تعرض الالباء للاشعاع السينية او اشعة غاما ، فتشير الى استحثاث تغيرات وراثية لها آثار سائدة في الجيل الاول ، تظهر بعد الولادة في مرحلة سابقة للمرحلة التي كانت موضع البحث في الدراسات المتمثلة بالهيكل العظمي واعتمام عدسة العين . وما يبدو ان معدل استحثاث هذه التغيرات يقارب نصف المعدل المذكور أعلاه بالنسبة للذكور . ومن المحتمل ، على ما يبدو ، ان تظهر هذه العوامل القاتلة آثارا ، في الانواع البشرية ، في مرحلة ما من فترات الحياة الاولى .

٣٢ - وقدرت اللجنة ، في تقريرها لعامي ١٩٧٧ و ١٩٨٢ ، احتمال الخطر الناشئ عن استحثاث الطفرات المتنحية الصبغوية غير الجنسية (أي الطفرات في الجينات الواقعة على صبغيات غير الصبغي "إكس") ، المؤدية الى حدوث امراض وراثية متنحية ، بأنه احتمال ضئيل جدا ويمكن اهماله . وكذلك لم تبذل اللجنة محاولات أخرى لتحديد قيمة هذا الاحتمال . وأوضحت دراسة أجريت مؤخرا أن من الممكن توفير تقدير كمي لهذه الفئة

من الاختلالات . وتبين هذه الحسابات ، القائمة على أساس مجموعة من البيانات المستقاة من عمليات رصد لمجموعات بشرية ومن تجارب أجريت على الفئران ، أن تعرّض جيل الآباء ، مرة واحدة ، لجرعة في حدود ميلليغراي واحد من الأشعاع طفيف التأيين والمنخفض معدّل الجرعة لا يرتبط بأي احتمال لخطر استحداث مرض وراثي متنحي في الجيل الأول ، مما يؤكد الاستنتاج السابق للجنة . إلّا أنه بالنسبة للأجيال العشرة التالية ، فإن مثل هذا التعرّض قد يؤدي الى ظهور حالة زائدة واحدة تقريبا من كل مليون من المواليد الأحياء ، وذلك بحلول الجيل العاشر .

٣٣ - وفي عام ١٩٨٢ ، قُدّر أن احتمال الخطر المرتبط باستحداث زيوغ صبغوية بنوية (أي حالات تغيّر مواضع صبغوية أغلبها تبادلي) ، في الذكور والإناث ، يتراوح ، على التوالي ، بين ٠,٠٢ و ١ وبين صفر و ٠,٣ من الأطفال المصابين بحالات شذوذ خلقي في كل مليون ، وذلك لكل ميلليغراي من الأشعاع الطفيف التأيين ذي المعدل المنخفض للجرعة . وتقدر اللجنة حاليا ، باستخدام كل البيانات المتعلقة بالبرسيمات والمتوفرة في الوقت الحاضر ، أن العدد المتوقع للأطفال المصابين بحالات شذوذ خلقي بعد تعرّض الذكور والإناث للأشعاع ، يتراوح بين ١,٥ و ١٥ وبين صفر و ٥,٥ على التوالي . (جميع المعدلات هي بالنسبة للمليون من المواليد الأحياء وللميلليغراي الواحد) .

٣٤ - وقد تم التوصل الى تقديرات احتمالات الخطر ، التي نوقشت حتى الآن ، باستخدام ما يسمى بالطرق المباشرة ، وهي تتصل بالتأثيرات المتوقعة في الجيل الأول بعد تعرّض الأبوين للأشعاع مرة واحدة . وعلى النقيض من ذلك ، تستخدم طريقة مضاعفة الجرعة ، أساسا ، لتحديد احتمالات الخطر كمّا في ظل ظروف التعرّض المستمر للأشعاع . ووفقا لهذه الطريقة ، فإن احتمالات الخطر المتوقعة تنسب الى ، ويعبّر عنها ككسر من ، معدّل الانتشار التلقائي لاختلالات عوامل الوراثة المندلية والاختلالات الصبغوية والاختلالات الأخرى ذات المسببات الأكثر تعقيدا . ولا ترى اللجنة سببا لإحداث أي تغيير في تقديراتها لعام ١٩٨٢ بالنسبة لاختلالات غير الجنسية السائدة والمرتبطة بالصبغي "إكس" والصبغوية . وفيما يلي عرض موجز لهذه التقديرات (جميع التقديرات بالنسبة للميلليغراي من الأشعاع المستمر طفيف التأيين المنخفض معدّل للجرعة الذي يتعرض له جيل الآباء ، وللمليون من المواليد الأحياء) : (أ) الاختلالات غير الجنسية السائدة والاختلالات المرتبطة بالصبغي "إكس" : ١٠ حالات من الإصابات الفردية في مرحلة التوازن ، وحالة واحدة في الجيل الأول ؛ (ب) الاختلالات الصبغوية (وأساسا الاختلالات الناشئة نتيجة لحالات شذوذ بنوي غير متوازن) : ٠,٤ حالة في مرحلة التوازن و ٠,٣ حالة في الجيل الأول . وفي هذه الحسابات ، فإن الأرقام المفترضة لمعدّل الانتشار

التلقائي هي : ١ في المائة للاختلالات السائدة والمرتبطة بالصبغي "إكس" ، ٠,٢٥ في المائة للاختلالات المتنحية غير الجنسية ؛ ٠,٣ في المائة للاختلالات الصبغوية . وعلاوة على ذلك ، افترض أن الجرعة المضاعفة هي غراي واحد .

٣٥ - وتشير البيانات الجديدة المتعلقة بحالات الشذوذ الخلقي ، وغيرها من الاختلالات ذات المسببات المعقدة إلى أن معدل انتشارها التلقائي (وخاصة بالنسبة للفئة الثانية) يفوق التقديرات التي بحثت في تقرير عام ١٩٨٢ (انظر الفقرتين ١٣ و ١٤ أعلاه) . ويرجع هذا الاختلاف ، أساسا ، إلى تضمين الدراسات التي أجريت مؤخرا بيانات تتعلق بالأفراد حتى من السبعين ، في حين أن دراسة أسبق كانت تتضمن بيانات تتعلق بالأفراد من سن الحادية والعشرين فقط (استخدمت في تقرير عام ١٩٧٧ وعام ١٩٨٢ التقديرات المستقاة من الدراسة المذكورة أخيرا) . ولا يزال هناك الكثير من عدم اليقين بالنسبة للمسالتين التاليتين : (أ) هل يملح تقدير الجرعة المضاعفة بغراي واحد (وهو يستند إلى بيانات مستقاة من التجارب التي أجريت على الفئران ومتعلقة بنقاط التأثيرات الوراثية النهائية المحددة بوضوح ، مثل الطفرات الموضعية المحددة ، والتحويلات المرثية السائدة ، وتبادلات المواضع الصبغوية) بالنسبة للاختلالات ذات المسببات المعقدة ؛ (ب) وهل يعد تقدير العنصر الطفري البالغ ٥ في المائة ، والمستخدم في تقرير عامي ١٩٧٧ و ١٩٨٢ ، تقديرا واقعيا بالنسبة لهذه الاختلالات . ونظرا لعدم توافر مزيد من المعلومات ، ولا سيما المعلومات المتعلقة بالبيات الابقاء على هذه الاختلالات في المجموعات ، الأمر الذي من شأنه أن يكون بمثابة أساس للتنبؤ بحدوث زيادة محتملة ، مستحثة بالإشعاع ، في معدل انتشار تلك الاختلالات ، فإن اللجنة ليست في وضع يسمح لها بتقديم تقديرات لاحتمالات الخطر بالنسبة لهذه الاختلالات .

٣٦ - وواصلت اللجنة تركيز اهتمامها على الأضرار (الإصابة بعاهة ، والسنوات الضائعة من العمر ، وسنوات العيش مع وجود معوّق) المرتبطة بالاختلالات الوراثية وشبه الوراثية التلقائية المنشأ ، أملا في التمكن ، في نهاية المطاف ، من وضع إطار مناسب للنظر إلى تزايد مثل هذه الأضرار ، على صعيدي الفرد والمجتمع ، نتيجة للتعرض للإشعاع . ومن بعض المعلومات المحدودة ، المستقاة من متابعة الأطفال المصابين بحالات شذوذ مرتبطة بالصبغيات الجنسية وتغيرات صبغوية بنيوية متوازنة غير جنسية ، يتبين ما يلي : (أ) لم يُصَب أي فرد من الأفراد الذين يعانون من حالات شذوذ مرتبطة بالصبغيات الجنسية بأي تخلف عقلي خطير ؛ (ب) يحتمل ألا يكون للتغيرات الصبغوية البنيوية المتوازنة الضرر المشار إليه في التقريرين السابقين

(استنادا الى الدراسات الوراثية الخلوية التي أجريت على عدد من الافراد المتخلفين عقليا وعدد من نزلاء الاصلاحيات) .

٢٧ - وقد نُشرت نتائج دراسة تتعلق بتقدير الاضرار المرتبطة بحالات الشذوذ الخلقي التلقائية المنشأ التي تصيب الانسان . وفي هذه الدراسة ، استخدم الباحثون قيم معدل الانتشار بين المواليد الاحياء ، التي تم التوصل اليها في هنفاريا بالنسبة لحالات الشذوذ هذه (حوالي ٦٠ ٠٠٠ من كل مليون من المواليد الاحياء) لتقدير الاضرار من حيث السنوات الضائعة من العمر ، وسنوات العيش التي يحتمل أن يماب فيها الفرد بعامة ، وسنوات العيش مع الوجود الفعلي للعامة . وبالنسبة للفترة الزمنية ومجموعة الافراد المنطبقة عليهما هذه التقديرات ، يبلغ متوسط العمر المتوقع ٧٠ عاما . وفي حالة معدل الانتشار الاجمالي البالغ ٦٠ ٠٠٠ حالة لكل مليون من المواليد الاحياء (أي ٦٠ ٠٠٠ فرد من كل مليون فرد مصابين بنوع أو آخر من حالات الشذوذ الخلقي الفردي أو المتعدد) ، تُظهر الحسابات أن عدد السنوات الضائعة من العمر بالنسبة للمليون من المواليد الاحياء يبلغ حوالي ٤٨٠ ٠٠٠ سنة ، وعدد السنوات التي يحتمل العيش مع وجود عامة يتراوح بين ٢,٠ و ٢,٧ مليون سنة منها ٤٥٠ ٠٠٠ سنة تُعاش في حالة إعاقة فعلية .

٢٨ - ومن حيث متوسط عدد السنوات الضائعة من العمر (وهو مؤشر للضرر على معيّد الفرد) ، تسبب حالات الشذوذ في الجهاز العصبي المركزي أكبر قدر من الضرر (٥٥ سنة) ، يليها في ذلك حالات الشذوذ في الجهاز التنفسي والجهاز القلبي الوعائي وحالات الشذوذ الصبغوية (٢٥ سنة تقريبا لكل من هذه الحالات) ، فغيرها . أما حالات الشذوذ في الاذن والوجه والرقبة (بما في ذلك انشقاق الشفة ، مع انشقاق الحنك أو بدونه) والاعضاء التناسلية والجهاز العضلي - الهيكلية ، فلها تأثير طفيف ، أو لا يذكر ، في هذا الصدد . إلا أنه عندما يتم ترتيب حالات الشذوذ وفقا للعدد الكلي للسنوات الضائعة من العمر (وهو مؤشر للضرر على معيّد المجموعات السكانية) ، نجد أن حالات الشذوذ في الجهاز القلبي الوعائي مرتبطة بأعلى قدر من الضرر (حوالي ١٨٠ ٠٠٠ سنة بالنسبة لكل مليون من المواليد الاحياء) ، يليها في ذلك حالات الشذوذ في الجهاز العصبي المركزي (حوالي ١٢٠ ٠٠٠ سنة بالنسبة لكل مليون من المواليد الاحياء) ، ثم حالات الشذوذ في الجهاز الهضمي (٤٢ ٠٠٠ سنة بالنسبة لكل مليون من المواليد الاحياء) فغيرها .

٣٩ - وهناك طريقة تقريبية ممكنة للتعبير عن الضرر ، من حيث عدد السنوات المعاشة في حالة إعاقة فعلية . ووفقا لهذه الطريقة ، نجد أن حالات الشذوذ في الجهاز القلبي الوعائي مرتبطة بأكبر قدر من الضرر (٩٨ ٠٠٠ سنة بالنسبة لكل مليون من المواليد الأحياء) ، يليها في ذلك حالات الشذوذ التي تصيب الأعضاء التناسلية (٧٢ ٠٠٠ سنة بالنسبة لكل مليون من المواليد الأحياء) ، ثم حالات الشذوذ الصبغي (٥٦ ٠٠٠ سنة بالنسبة لكل مليون من المواليد الأحياء) ، فغيرها .

٤٠ - وبناء على التحليل السالف الذكر ، تكشف مقارنة الضرر الناجم عن حالات الشذوذ الخلقي بالضرر الناجم عن الاختلالات الاحادية المنشأ (ترد في تقرير عام ١٩٨٢ مناقشة للاختلالات الاحادية المنشأ) عن أن الضرر أكبر بكثير في حالات الشذوذ الخلقي .

ثالثا - العلاقة بين الجريمة والاستجابة في حالات السرطان المستحث بالاشعاع

٤١ - بحثت اللجنة طبيعة العلاقات بين الجريمة والاستجابة فيما يتعلق بمجموعة متنوعة من التأثيرات البيولوجية الاشعاعية الخلوية ودون الخلوية "خارج الاجسام الحية" و "في الاجسام الحية" . وعلى أساس عدد من الافتراضات التبسيطية ، استخدمت المعلومات الكمية المشتقة في مواءمة نماذج مختلفة للفعل الاشعاعي مع البيانات المتعلقة باستحداث السرطان في حيوانات التجارب وفي البشر ، وذلك في محاولة للتنبؤ بالشكل المحتمل لمنحنيات الجرعة الاستحداث فيما يتعلق بالسرطان عند الجرعات والمعدلات الجرعية المنخفضة ، التي رغم أهميتها القصوى للأغراض العملية ، لا يمكن أن تدرس بصورة مباشرة . وقد تمكنت اللجنة بفضل هذه الاجراءات من ايضاح أرجح شكل يمكن أن تتخذه تلك العلاقات فيما يتعلق بعدة أنواع من السرطان في ظل هذه الاحوال ، ونوع الفرق الذي يمكن أن يؤثر على تقديرات معاملات الخطر عند الجرعات والمعدلات الجرعية المنخفضة ، في الحالة التي ينطبق فيها واحد أو آخر من تلك النماذج . ويعتبر هذا العمل خطوة أولية هامة نحو اعادة تقييم تقديرات الخطر فيما يتعلق بالسرطان المستحث بالاشعاع ، التي تعتمد اللجنة اصدارها في المستقبل القريب .

٤٢ - ولتقدير معامل الخطر ، أي تواتر الإصابة بالسرطان المستحث بالاشعاع أو الزيادة النسبية في تواتر حدوث الاورام لكل وحدة من وحدات الجرعة ، عن المعدل الطبيعي للحدوث عند الجرعات والمعدلات الجرعية المنخفضة ، يلزم نوعان من المعلومات : أولهما بيانات تجريبية عن معدل حدوث شتى أشكال الاورام الخبيثة عند الجرعات العالية نسبيا ، التي تم بالفعل رصدها ؛ وثانيهما معرفة بشكل العلاقات

التي تربط معدل حدوث السرطانات بجرعة الاشعاع . وهذه البيانات يمكن أن تتيح التوصل الى تنبؤات بمعدل حدوث السرطان عند مستويات من الجرعات ، وربما من المعدلات الجرعية أيضا ، أدنى كثيرا جدا من المستويات المتاحة رصدها مباشرة في البشر .

٤٣ - ولدى تتبع معدل حدوث ورم معين في مجموعات حيوانية أو بشرية تعرضت للاشعاع بوصفه ذلك المعدل دالة للجرعة المتزايدة ، تتضح عدة نتائج . فعند الجرعات المنخفضة نسبيا (حوالي ١٠ غراي من الاشعاع الطفيف التايين) ، لا يمكن إلا نادرا (وحتى هذا يقتصر في معظمه على التجارب المحكومة التي تجرى على الحيوانات) اثبات حدوث زيادة ملموسة من الوجهة الاحصائية في الإصابة بالسرطان أو سرطان الدم . وعند الجرعات التي تزيد عن ذلك (ابتداء من واحدة الى عدة وحدات من الغراي ، مع وجود فروق كبيرة بين الاورام المختلفة) ، يمكن احصائيا اثبات أن معدل حدوث تلك الاورام الخبيثة يتجاوز المستوى المرصود لدى مجموعات المقارنة غير المعرضة للاشعاع ، حيث يتزايد هذا التجاوز بوصفه دالة للجرعة . وإذا زادت الجرعات أكثر من ذلك (وحدات كثيرة من الغراي) يبدأ معدل الحدوث في الهبوط تدريجيا ، نتيجة لقتل الخلايا . وهذا النوع من العلاقات بين الجرعة والاستجابة ، الذي يمر بنقطة قصوى عند جرعة متوسطة ، كثيرا ما يوجد في حالة حيوانات التجارب .

٤٤ - والتفسير المعتاد لذلك الشكل يفترض وجود ظاهرتين مختلفتين في آن واحد ، هما : (أ) زيادة مرتبطة بالجرعة في نسبة الخلايا السوية التي تتحول الى خلايا خبيثة ؛ (ب) ونقصان مرتبط بالجرعة في احتمال أن تظل تلك الخلايا حية بعد التعرض للاشعاع . وهاتان الظاهرتان تعملان كلتاهما عادة في نطاق الجرعات الذي تتوفر عنه بيانات ، ولكن بدرجة مختلفة بالنسبة لشتى الجرعات وأنواع السرطان المختلفة . ووفقا لهذا التفسير ، تُقتل بعض الخلايا التي كانت لولا ذلك ستظهر تحولا ، بحيث أن النسبة التي يلاحظ تحولها بالفعل تنخفض عند الجرعات العالية . أما ما يحدث في نطاق الجرعات المنخفضة ، الذي لا تتوفر عنه معلومات مباشرة ، فقد لا يمكن استنتاجه إلا عن طريق مزيج من البيانات التجريبية والافتراضات النظرية ، التي يجرى ربطها معا بحيث تؤلف بعض النماذج للفعل الاشعاعي .

٤٥ - وهذه النماذج المشار اليها هي تمثيلات شبه كمية مبسطة لظواهر بيولوجية معقدة . فالمعرفة المتوفرة حاليا بالآليات تولد السرطان ، بما في ذلك التسرطن الناجم عن الاشعاع ، لا تكفي لتصميم نماذج شاملة تضع في الاعتبار جميع العوامل الفيزيائية والبيولوجية المعروف أنها تؤثر على استحداث السرطان . وتغاديا لبعض

التمقييدات التي تواجه في ذلك المدد ، تقترح اللجنة أن يكون نطاق الجرعات السلي تجرى عليه عمليات الاستقراء الخارجي بمودة لها جدواها مقمورا على الجرعات المنخفضة والمتوسطة ، أي أقل من نحو ٢ غراي من الاشعاع طفيف التأيين . وفي ظل هذه الظروف ، يبدو من المرجح أنه لن تنتج تشويهاات خطيرة عن التأثيرات الاشعاعية غير العشوائية ، التي تلاحظ عندما تتجاوز الجرعات عتبات عالية بعض الشيء ، وفقا لما يميز كل نسيج من الانسجة وكل تأثير من التأثيرات .

٤٦ - ولابد لصياغة وتحليل نماذج التسرطن الناجم عن الاشعاع من أن يعتمدا على عدة افتراضات أساسية هي كما يلي :

(أ) أن العلاقات المشاهدة بين الجرعة والاستجابة فيما يتعلق بالاورام المرئية اكلينيكية ، في الجسم الحي ، تمكس تقريبا العلاقة بين الجرعة وبدء السرطان على المستوى الخلوي ، على الرغم من ردود فعل المائل وتأثير الكمون ، التي قد تُعدل هذه العلاقة بدرجة ما . ويستند هذا الافتراض الى التماثل العام بين منحنيات الجرعة - الاستجابة المتعلقة باستحداث السرطان والمنحنيات الخاصة بمختلف التأثيرات الخلوية الأخرى للاشعاع . واللجنة تسلّم بهذا المفهوم بوصفه مجرد افتراض عملي ؛

(ب) من المعتقد أن بدء السرطان هو عملية أحادية الخلية تحدث عشوائيا في خلايا منفصلة . وهذا بدوره افتراض عملي لم تثبت صحته بعد بمودة مؤكدة . غير أن الشواهد التي تدل على عكس ذلك ، أي على أن بدء السرطان يحدث في عدة خلايا ليست مقنعة بنفسى الدرجة ، وان كانت بعض الأدلة المحدودة تؤيد هذه الفكرة . ونظرية أحادية الخلية في استحداث السرطانات متوافقة مع الفكرة القائلة بأن بعض التأثيرات ، التي لا تزال غير محددة بمودة واضحة ، الناجمة عن تشعيع الخلايا المجاورة أو الاعضاء الأخرى قد تؤثر على احتمال تطور خلية مبتدئة في التسرطن الى ورم خبيث ظاهر . والأدلة البيولوجية الثابتة المؤيدة لهذه الفكرة الأخيرة أدلة متناثرة جدا ؛

(ج) أن عدم وجود عتبة جرعية للاستحداث يشكل سمة مميزة لكثير من الاورام ، أن لم يكن لها كلها . فبالنسبة لبعض الاورام الحيوانية (مثل أورام المبيض أو الاورام اللمفية التيموسية في الفئران) تُشاهد علاقات بين الجرعة والاستجابة من النوع الذي يتضمن عتبة جرعية . وفي حالات أخرى (مثل أورام الجلد) لا يستحدث السرطان إلا بمعوبة بالغة ، أي بعد التعرض لجرعات عالية من الاشعاع . وفي حالات غير تلك (مثل حالات سرطان سطح الرئة في الانسان) ، تتسم البيانات بعدم الوضوح ، ربما نتيجة لعدم كفاية متابعة المرضى . بيد أنه برغم هذه الاستثناءات ، تفترض اللجنة عدم وجود عتبة جرعية بوصف ذلك افتراضا عمليا في الوقت الراهن ؛

(د) يفترض أن القابلية لاستحثاث الأورام في المجموعة المشععة الحيوانية أو البشرية يتبع توزيعاً جرمياً الشكل . وعلى الرغم من أن وجود حالات للاستعداد الوراثي لنمو بعض أشكال الأورام الخبيثة أمر موثق جيداً ، فإن الجهود الرامية إلى إثبات أن تلك الظواهر تنطبق أيضاً على السرطان البشري المستحث بالإشعاع لم تحرز نجاحاً بعد . وبناءً على ذلك ، وريثماً يُجرى مزيد من الدراسات ، فإن نفس التوزيع للقابلية لاستحثاث السرطان في المجموعات المشععة وغير المشععة سيُقبل هو الآخر بمصفة مؤقتة بوصفه افتراضاً عملياً .

٤٧ - وبناءً على الافتراضات المذكورة أعلاه ، يمكن استنتاج الأشكال المرجحة للعلاقات بين الجرعة والاستجابة في حالة السرطان المستحث بالإشعاع . وتعتمد هذه الاستنتاجات على تحليل التأثيرات الإشعاعية الأخرى المختلفة التي تلاحظ على المستوى الخلوي . وتشمل هذه التأثيرات المادة الوراثية في الخلايا ، التي يعتقد أيضاً أنها الهدف الأساسي لعملية بدء السرطان . ومن أمثلة هذه التأثيرات ، أحداث طفرات وزيوغ صبغوية في الخلايا الجسمية والجرشومية وإحداث تحول مولد للأورام السرطانية ، خارج الجسم الحي ، في السلالات الخلوية الشديدة . وإذا كان استحثاث السرطان ، في الجسم الحي ، يشتمل على آليات مماثلة أو مرتبطة بالآليات التي تشكل أساس التأثيرات المذكورة أعلاه ، فإن من المتوقع أن تستجيب جميع هذه الظواهر على نحو مماثل فيما يتعلق بتغيرات الجرعة والمعدل الجرعي وتجزئة الجرعة . وحيث أن أوجه التماثل تلك قد لوحظت بالفعل ، فقد يكون من الممكن إجراء استقراء خارجي لشكل علاقات الجرعة - الاستجابة بين التأثيرات المذكورة أعلاه وظاهرة استحثاث السرطان .

٤٨ - وقد جرى استعراض ثلاثة نماذج أساسية غير عتبية لفعل الإشعاع بوصفه دالة للجرعة ، وذلك فيما يتعلق بتلك التأثيرات الخلوية وبيداء السرطان ، وهي : النموذج الخطي والنموذج الخطي - التربيعي والنموذج التربيعي الخالص . وبرغم بعض الاستثناءات ، فإن هذه النماذج يمكن أن توفر غلظاً عاماً يشمل منحنيات الجرعة - الاستجابة لمجموعة متنوعة من النقاط النهائية للتأثيرات المستحثة بالإشعاع على المستوى الخلوي ، وكذلك فيما يتعلق باستحثاث الأورام في حيوانات التجارب والمجموعات البشرية .

٤٩ - والأغلبية الساحقة من منحنيات الجرعة - الاستجابة لاستحثاث الطفرات الموضعية والزيوغ الصبغوية بفعل أشعة أكس وأشعة غاما الطفيفة التآيين ، يمكن أن توصف بنموذج خطي - تربيعي . وبالنسبة لنقاط التأثير النهائي هذه ذاتها ، حين يؤخذ في الاعتبار قتل الخلايا ، ينطبق عادة نموذج خطي على الإشعاعات كثيفة التآيين مثل

جسيمات ألفا أو البيوترونات . وكقاعدة ، فيما يتعلق بعدد من الشذوذات البنيوية المصفوية ، يلاحظ وجود انحنائية (تقعر ماعد) بالنسبة للاشعاع طفيف التايين . وفيما يتعلق بنفس التأثيرات وعلى نطاق واسع من الجرعات ، تسود الخطية فيما يتعلق بالجسيمات كثيفة التايين . وقد لوحظت خطية علاقة الجرعة - الاستجابة فيما يتعلق بالطفرات الجسمية والإزالات المصفوية الطرفية في بعض السلالات الخلوية ، حتى في حالة الاشعاع طفيف التايين ، وان كان هذا نادرا .

٥٠ - ويمكن تجريبيًا الحصول على تقديرات تقريبية لشوابت التناسب التي تربط التأثيرات المصفوية بالجرعة أو مرتبها ، وتتيح هذه التقديرات التنبؤ بتواتر تلك التأثيرات عند الجرعات والمعدلات الجرعية المنخفضة من واقع الملاحظات التي تتم عند جرعات أعلى . غير أنه فيما يتعلق باستحثاث السرطان ، لا توجد سوى معلومات متناشرة تؤيد الفكرة القائلة بأنه قد تنطبق على هذه الحالة علاقات كمية مماثلة مع الجرعة . وفي تقدير اللجنة أن خطر استحثاث الأورام في حالة التعرض لاشعاع طفيف التايين مقداره وحدة أو وحدتان من الفري (بمعدل جرعي مرتفع) إذا أُجري عليه خطياً استقراراً خارجي نزولاً إلى الجرعة الصغرى ، فإن هذا الإجراء سوف يؤدي إلى المبالغة في تقدير الخطر في الحالات العادية ، بمعامل يمل إلى خمسة .

٥١ - وعلى مدار السنوات القليلة الماضية ، أصبح الكثير من المعلومات متاحاً عن تحول خلايا الثدييات المؤد للأورام السرطانية والمستحث بالاشعاع . وتتضح الطبيعة السرطانية للخلايا المتحولة من أنها بعد التحول ، خارج الجسم الحي ، تكون قادرة على تكوين أورام خبيثة عند إعادة زرعها في الحيوانات في ظل ظروف ملائمة . ومن ثم فإن التحول ، خارج الجسم الحي ، يعتبر نموذجاً ، وان كان مبسطاً ، للتسطن الاشعاعي على المستوى الخلوي . والخلايا التي تُعرض ، خارج الجسم الحي ، لاشعاع طفيف التايين بعد زرعها بفترة ٢٤ ساعة تتحول وفقاً لحركيات معقدة لا يمكن توفيقها مع النماذج المستخدمة للتأثيرات الخلوية الأخرى مثل قتل الخلايا . فضلاً عن ذلك ، بدأ في بعض الحالات أن تجزئة الجرعة (التي يكون مجموعها دون ١,٥ غراي) تبرز التحول ، وهذا عكس ما يسفر عنه التنبؤ باستخدام نموذج خطي - تربيعي ؛ بيد أنه من الواضح في حالات أخرى أن تلك التجزئة لم تبرز التحول .

٥٢ - ويلزم إجراء مزيد من البحث للتوفيق بين هذه المشاهدات المتعارضة بشأن طبيعة الاستجابة بعد التجزئة عند الجرعات المنخفضة . وتدل عدة تجارب على أن نتائج شاذة يمكن أن تنشأ عن ظروف غير قياسية للنمو الخلوي عقب الزراعة مباشرة . وفي الواقع أن تشجيع الخلايا غير المنقسمة أو الخلايا الخاضعة لظروف النمو الأسّي (وهي

الخلايا التي يعتقد أنها أكثر تمثيلا لاية مجموعة خلايا منقسمة لا تزامنيا في الجسم الحي) يسفر عن نتائج تتفق مع النتائج التي تم التوصل اليها فيما يتعلق بالتأثيرات الخلوية الاخرى ؛ ومن ثم فإن التشعيع ، على سبيل المثال ، بأشعة غاما بمعدل جرعي مرتفع يسفر عن تواتر للتحويل أكبر من التواتر في حالة التعريض للاشعاع بمعدل جرعي منخفض .

٥٣ - وهناك ما يدل ، في حالة تشعيع الخلايا ، بالنيوترونات ، على أن المعدلات الجرعية المنخفضة أو تجزئة الجرعة قد تزيد معدل التحول ، حتى عند الجرعات المنخفضة . بيد أنه في حين أن بعض المشاهدات المتعلقة باستحثاث الأورام في حيوانات التجارب تؤيد هذه النتائج بوضوح ، فإن هناك مشاهدات أخرى لا تؤيدها . وفي تجارب أخرى ، لم تشاهد زيادة في التحول نتيجة لتجزئة جرعة النيوترونات أو إطالة أمدتها إلا عند الجرعات المتوسطة والعالية . ونظرا الى ندرة تلك البيانات والى أوجه عدم التيقن في ذلك الصدد ، يلزم إجراء مزيد من البحث قبل أن تصبح زيادة استحثاث السرطان بواسطة تجزئة جرعات النيوترونات وإطالة أمدتها (بالنسبة للتعريض المفرد أو عالي المعدل الجرعي) قضية مقبولة لأغراض تقدير الخطر . غير أنه ينبغي أن تظل تلك الإمكانية في الحسبان ، حتى وان كان الأساس النظري لتفسير هذه الظواهر غير مؤكد في الوقت الراهن .

٥٤ - ان النتائج التجريبية التي حُمل عليها مؤخرا فيما يتعلق بالأورام المستحثة بالاشعاع في حيوانات التجارب لم تحدث تغييرا ملموسا في الاستنتاجات الرئيسية المتوصل اليها في المرفق الاول لتقرير عام ١٩٧٧ . ومعظم البيانات تؤيد الفكرة القائلة بأن علاقات الجرعة - الاستجابة فيما يتعلق بأشعة اكس وأشعة غاما ، تنزع الى أن تكون انحنائية ومقعر صاعدة عند الجرعات المنخفضة . وفي ظل هذه الظروف ، يعتمد استحثاث الورم على المعدل الجرعي بحيث أن تخفيض المعدل الجرعي ، أو التجزئة ، يقلل حصيلة الورم . ومن ثم فإن الاستقرار الخارجي الخطي للخطر من الجرعات العالية التي تطبق بمعدلات عالية وصولا الى الجرعة الصغرى ، يؤدي كقاعدة الى المبالغة في تقدير الخطر عند الجرعات والمعدلات الجرعية المنخفضة . غير أنه حدث في إحدى المجموعات الورمية الشديدة التجريبية (الموامة ببيانات وبائية عن سرطان الثدي في الانسان) أن أنتج التشعيع بأشعة اكس وأشعة غاما علاقة خطية بين الجرعة والاستجابة تتضمن قدرا ضئيلا من التبعية لعنصري التجزئة والمعدل الجرعي .

٥٥ - أما بالنسبة للتشعيع النيوتروني الكثيف التأيين ، فإن استحثاث الورم في الحيوانات يتبع بوجه عام منحنى يكاد يكون خطيا تقريبا عند الجزء الأدنى من مقياس الجرعات ويبدى تبعية ضئيلة للمعدل الجرعي . بيد أنه قد لوحظ في بعض الحالات حدوث زيادة عند تجزئة الجرعة (وربما عند إطالة أمدها) . وعند تجاوز ١٠ غراي تقريبا ، ينزع المنحنى الى أن يصبح مستقيما هابطا ، وبصورة ملحوظة في بعض الحالات . وفي ظل هذه الظروف ، فإن اجراء استقراء خارجي خطي للخطر نزولا من الجرعات والمعدلات الجرعية المتوسطة أو العالية سوف يؤدي الى تقدير منقوص بدرجة متفيرة .

٥٦ - وقد استعرضت اللجنة البيانات الحالية المتعلقة بعلاقات الجرعة - الاستجابة للأورام المستحثة بالإشعاع في الانسان . وهذا الموضوع يرمته يجب أن يعالج بحذر لان المشاهدات المتعلقة به متناثرة جدا حاليا ، وما يتعلق منها بالنيوترونات غير موجود بالمرة ، والبيانات المؤكدة المتعلقة بالناجين من القنبلة الذرية في هيروشيما وناغازاكي غير متاحة بعد . فعلى سبيل المثال ، لم تنشر بعد بيانات العلاقة بين الجرعة والاستجابة للإشعاع الطفيف التأيين فيما يتعلق بأورام الرئة والعظام ، في حين أن البيانات المتعلقة بالإشعاع الكثيف التأيين لم تنشر بالنسبة لسرطان الغدة الدرقية وسرطان الثدي . وفيما يتعلق بالإشعاع الطفيف التأيين ، تتوافق البيانات المتاحة في بعض الحالات (سرطان الرئة والغدة الدرقية والثدي) مع النماذج الخطية أو الخطية - التربيعية . بيد أنه بالنسبة لسرطان الثدي ، قد تكون الخطية هي السائدة حيث أن معدل الحدوث يتأثر بتجزئة الجرعة تأثرا ضئيلا . أما خطية الاستجابة في حالة سرطان الرئة بعد التعرض لجسيمات ألفا الصادرة عن وليدات الرادون فلا تناقض الإفادة الانفة الذكر ، لان عنصر مربع الجرعة مع جسيمات ألفا عنصر ضئيل جدا . غير أنه لاتزال هناك بعض الشكوك بشأن سرطان العظام المستحث بالنيوترونات المشعة لجسيمات ألفا أو بيتا والمستهدفة للعظام . ومن هنا فإنه على الرغم من طابع التناثر الذي تتسم به البيانات المستمدة من الانسان ، فإن هناك صورة عامة آخذة في الظهور يمكن الخروج منها بعدة استنتاجات مؤقتة .

٥٧ - وبالنسبة للإشعاع الطفيف التأيين ، فإن الاستقراء الخارجي الخطي نزولا من حوالي ٢ غراي لن يسفر عن ارتفاع زائد في تقدير خطر سرطان الثدي وربما سرطان الغدة الدرقية . ولكنه سيسفر عن ارتفاع زائد بدرجة طفيفة في تقدير خطر سرطان الدم وسيؤدي بالقطع الى ارتفاع زائد في تقدير خطر سرطان العظام . وانعدام الأدلة المباشرة لا يتيح إجراء أي تقييم لمقدار الارتفاع الزائد في تقدير خطر سرطان الرئة .

٥٨- أما بالنسبة للإشعاع الكثيف التايين ، فإن الاستقراء الخارجي الخطي في اتجاه الجرعات المنخفضة جدا لن يؤدي الى تهويل أو تقليل في تقدير خطر سرطان الرئة نتيجة لتراكم التعرض لنواتج اضمحلال الرادون عند المعدلات الجرعية المنخفضة من المستويات الجرعية التي تقابل بالتقريب ٢٠ الى ٥٠ سيفرتا . غير انه قد يترتب على الاستقراء الخارجي من المشاهدات التي تجرى عند تعرضات تراكمية أعلى تخفيض كبير في التقدير نتيجة للإستواء المشاهد (التشبع) في منحنى الجرعة - الاستجابة في هذه المنطقة . وينبغي التشديد على أنه ينبغي عدم تطبيق معاملات الخطر المطلق المشتقة من الدراسات المتعلقة بعمال المناجم من الذكور الذين توجد بينهم نسبة مرتفعة من المدخنين ، على عامة الجمهور دون إجراء التصحيحات المناسبة لمختلف العوامل (شدة التدخين ، معدل تهوية الرئتين ، وجود فواش ملوثة أخرى ، الخ) التي يعتقد أنها تزيد من الخطر في حالة عمال المناجم .

٥٩- أما معدل حدوث سرطان العظام بعد التشعيع الداخلي بجسيمات ألفا عن طريق التويدات المشعة المعمرة المستهدفة للعظام فإنه يتشوه نتيجة لوجود علاقة عكسية واضحة بين الجرعة المتراكمة وفترة الكمون مما ينجم عنه عتبة ظاهرية عند الجرعات المنخفضة . وإذا كان هذا تفسيراً صحيحاً للتقعر الماعد في منحنى علاقة الجرعة - الاستجابة ، فإن من شأن إجراء استقراء خارجي خطي من جرعة هيكلية متوسطة تساوي من بضع عشرات من وحدات غراي نزولا الى منطقة الملليغراي أن يؤدي الى ارتفاع زائد بصورة ملموسة في تقدير الخطر .

٦٠- ولا تتوفر في الوقت الراهن أية بيانات عن استحداث سرطان الثدي وسرطان الدم في الإنسان بواسطة الاشعاعات الكثيفة التايين ، وعليه لا يمكن الخروج بأية استنتاجات مباشرة بشأن تقدير خطر الجرعة المنخفضة بالاستقراء الخارجي . وعلى أساس المعرفة العامة ، فإنه إذا أمكن اشتقاق درجة الخطر عند الجرعات المتوسطة من البيانات المتعلقة بالإشعاع الطفيف التايين (التي أجري عليها التصحيح المناسب لما للجسيمات الكثيفة التايين من فعالية اكبر) ، قد يعطي الاستقراء الخارجي الخطي في منطقة الجرعات المنخفضة اما تقديرا ناقصا أو تقديرا صحيحا للخطر الحقيقي في هذه الحالات .

٦١- أما بالنسبة للسرطانات الناجمة عن الإشعاع في الاعضاء الأخرى ، فلا تتوفر سوى بيانات مستمدة من حيوانات التجارب . وفي حالة الاشعاعات الطفيفة التايين ، تكون العلاقة بين الجرعة والاستجابة عادة علاقة انحنائية صاعدة التقعر مع وجود تأثيرات واضحة لمعدل الجرعات وتجزؤها . وإذا طبقت منحنيات مشابهة على السرطانات في الإنسان ، من المرجح جدا أن يسفر تقدير خطر الجرعة المنخفضة والمعدلات الجرعية

المنخفضة بالاستقراء الخارجي الخطي لمعاملات الخطر (المتحمل عليها في منطقة الجرعة المتوسطة عقب التشعيع الحاد) عن تقدير زائد للخطر الحقيقي ، قد تبلغ قيمته خمسة أمثال قيمة الخطر الحقيقي . وبالنسبة للإشعاع الكثيف التأيين ، إذا ما توفرت القيم ذات الصلة ، من المرجح أن يسفر الاستقراء الخارجي الخطي من الجرعات العالية إلى المتوسطة عن تقدير ناقص للخطر .

٦٢- وعند فحص البيانات فحفا دقيقا ، يبدو أن بعض سمات الانتظام تأخذ في الظهور ، مما قد يساعد بصورة غير مباشرة في تقييم طابع العلاقات بين الجرعة والاستجابة في الإنسان . وقد لوحظ تشابه في شكل العلاقات بين الإنسان وحيوانات التجارب بالنسبة لأورام عدد من الأعضاء التي تتوفر عنها معلومات جيدة بدرجة معقولة وهي : سرطان الغدد اللبنية والغدة الدرقية (الأشعاعات الطفيفة التأيين) وسرطاننا الرئة والعظام (الأشعاعات الكثيفة التأيين) . وإذا تم تأكيد هذا النمط ، فإن المعرفة المستمدة من الدراسات الوبائية في الإنسان عند جرعات متوسطة أو عالية ومن شكل العلاقة بين الجرعة والاستجابة في عدد من الأنواع الحيوانية ستجعل من الممكن تقييم الفروق الناجمة من تقدير معاملات خطر الجرعات المنخفضة بالاستقراء الخارجي الخطي .

رابعاً - الآثار البيولوجية للتشعيع قبل الولادة

٦٣- استعرضت اللجنة ما يلي : المعارف الحديثة المتعلقة بأحداث النمو ، ولاسيما في مخ المفع الجنينية والأجنة في الثدييات ، والبيانات الحديثة المتعلقة بالآثار الناجمة عن تشعيع الحيوانات في الرحم ، والنتائج المتعلقة بالأطفال الذين تعرضوا للإشعاع في رحم الأم أثناء قصف هيروشيما وناغازاكي بالقنبلة الذرية . وقد استخدمت هذه النتائج ومجموعة كبيرة من البيانات الأقدم لاشتقاق تقديرات كمية للأخطار المتمثلة بعدد من الآثار المترتبة على التعرض للإشعاع في الرحم ، مثل التسبب في حدوث الوفاة والتشوهات والتخلف العقلي الحاد والسرطان . وفيما يتعلق بالجرعات والمعدلات الجرعية الصغيرة من الإشعاع التي يحتمل مصادفتها في الممارسة العملية ، يقدر أن الخطر صغير بالمقارنة بالمعدل الطبيعي لحدوث الشذوذات الخلقية في الأفراد غير المعرضين للإشعاع .

٦٤- وقد اجتذبت عواقب التعرض للإشعاع قبل الولادة قدرا كبيرا من الاهتمام منذ آخر استعراض لهذا الموضوع أجرته اللجنة في عام ١٩٧٧ . وقد استدعت المعلومات الجديدة المستمدة من حيوانات التجارب المشعة في الرحم ، والنتائج التي تم التوصل إليها مؤخرا في علم الاجنة البشرية (ولاسيما في الجهاز العصبي المركزي) ، واستعراض البيانات المتعلقة بقياس الجرعة الإشعاعية والبيانات الإكلينيكية على الاطفال الذين تعرضوا للإشعاع قبل الولادة أثناء الانفجارات الذرية في هيروشيما وناغازاكي ، اجراء دراسة جديدة لهذا الموضوع . كما كانت ثمة حاجة الى إجراء تقييم تفصيلي جديد للأثار الناجمة مثل استحثاث الاورام الخبيثة عقب التشعيع في الرحم ، مما لم يكن مشمولاً بتعمق في تقرير عام ١٩٧٧ .

٦٥- وقد قامت اللجنة بالفعل بتحديد ووصف النتائج الاساسية لتعريض الثدييات للإشعاع قبل الولادة ، وصنفتها بصورة مبدئية كما يلي : (أ) آثار مميتة تستحثها جرعات صغيرة نسبيا قبل انغراس المضة الجنينية في جدار الرحم أو بعد انغراسها مباشرة ، أو تستحث بعد التعرض لجرعات متزايدة خلال جميع مراحل التطور داخل الرحم . وهذه الاثار تظهر إما قبل الولادة أو بعدها ؛ (ب) تشوهات مميزة لفترة تخلق الاعضاء الرئيسية ، عندما تكون بنى الجسم الرئيسية في مرحلة التكوين ، وخاصة لانشط طور من أطوار تكاثر الخلايا في البنى ذات الصلة ؛ (ج) اضطرابات في النمو دون حدوث تشوهات في جميع مراحل التطور ، ولكن بصفة خاصة في فترة الحمل الاخيرة ؛ (د) تأثيرات متنوعة على مختلف بنى ووظائف الجسم . وقد انتهت اللجنة ، بناء على كمية كبيرة من الادلة التجريبية المتاحة في ذلك الوقت ، الى أن قتل الخلايا ، عن طريق استحثاث الزيوغ الصبغوية بالدرجة الاولى ، هو الآلية المشتركة التي تقوم عليها جميع هذه الاثار ؛ وانه أية فروق موجودة تتمثل بصفة خاصة بالتوقيت الذي يجري عنده وقوع الاذى الإشعاعي خلال التطور .

٦٦- وينبغي إدراك أن الشذوذات الخلقية تنشأ في جميع الانواع الحيوانية حتى في غياب أي إشعاع بخلاف الإشعاع الواصل من المصادر الطبيعية . ويمكن تصنيف التشوهات البشرية وفقا لمسبباتها الى ما يلي : تشوهات يمكن ارجاعها الى طفور جينات منفردة (تمثل نحو ٦ في المائة من جميع التشوهات المسجلة عند الولادة) ؛ وتشوهات ناجمة عن تفاعل خاطئ بين عوامل وراثية عديدة (نحو ٥٠ في المائة) ؛ وتشوهات ناجمة عن وجود شذوذات صبغوية (نحو ٥ في المائة) ؛ وتشوهات ناجمة عن بعض العوامل البيئية المشوهة (نحو ٦ في المائة) . وليس هناك سبب ظاهر لنحو ثلث جميع حالات التشوه . ويتوقف معدل حدوث الشذوذات الخلقية الى حد كبير على توقيت تسجيلها . فإذا أخذ مستوى قدره حوالي ٦ في المائة يمثل نسبة الرضع المشوهين عند الولادة (نسبة الانتشار

عند الولادة) كقيمة متوسطة للنوع البشري ، فإنه تنطبق على المظغ الجنينية والاجنسة قبل الولادة قيمة أعلى لأن الاطفال المشوهين الحديشي الولادة ليسوا سوى الاطفال الحاملين للأشكال المعتدلة نسبيا التي تتوافق مع الحياة . وبعض التشوهات يختفي بعد الولادة ، وإن كان عدد أكبر منها لا يسجل عند الولادة ويظهر بعدها . ولذلك فإن المعدل الشامل لحدوث التشوهات يتضاعف تقريبا اذا فحص الاطفال الكبار بدلا من الرضع الحديشي الولادة . بيد أن أرقام معدل الحدوث الشامل تتوقف الى حد بعيد على مجموعة كبيرة متنوعة من العوامل وكذلك الأرقام المتعلقة بمختلف أنواع التشوهات . ويجب النظر الى أي تقييم لفعالية الإشعاع في امتحاثك الضرر اثناء فترة الوجود في الرحم ، في إطار هذا المستوى الطبيعى للميوب الخلقية ومورها المختلفة .

٦٧- واستعرضت اللجنة الكثير من المعلومات المستمدة من العينات البشرية ومن التجارب على الرئيسات غير البشرية ، وحددت بدرجة متزايدة من التفصيل والدقة الاحداث التطورية التي لها أهمية بسبب النتائج البيولوجية الإشعاعية المترتبة عليها . ويوفر علم مورفولوجيا الاجنة تدريجيا وصفا دقيقا لمراحل النمو الجنيني البشري ، بما يتفق بصورة جيدة مع نتائج القياسات الاكلينيكية غير البغمية . وتشير أحدث النتائج بصورة متزايدة الى القشرة المخية بوصفها من التراكيب الشديدة الحساسية في نمو الكائن البشري ، وخصوصا (ولكن ليس حصرا) في بداية حياته قبل الولادة ، من الاسبوع الثامن الى الاسبوع الخامس عشر بعد الاخصاب . وفي الوقت ذاته ، توفر الدراسة المجهرية للقشرة المخية صورة تفصيلية جدا للاحداث الخلوية المؤدية الى تكوين هذا التركيب مع تقدم النمو . وتتكامل هذه التحليلات المورفولوجية بالدراسات الكيمياء الحيوية التي تساعد على توفير وصف شامل لتركيب ووظيفة المخ اثناء نموه .

٦٨- وتبين هذه الدراسات أن تكوين القشرة المخية عبارة عن سلسلة من الاحداث فريدة ومبرمجة بدقة تجرى فيها في آن واحد عمليات انقسام الخلايا وارتحالها ونضوجها . ويلزم المحافظة بدرجة عالية من الدقة على العلاقات العددية والمكانية والزمانية بين مختلف أنواع الخلايا لكي يتسنى للقشرة المخية أن تتجمع على الوجه الصحيح وأن تتطور وظيفتها تطورا طبيعيا . وقد تتسبب عرقلة برنامج الظواهر الخلوية والنسجية هذا عن طريق الاشعاع ، مع ما تتمتع به العصبونات (الخلايا العصبية) ، التي هي الخلايا المخية الوظيفية ، من قدرة محدودة على التجدد ، في حدوث أضرار لا سبيل الى ازالتها . ومواء كان الإشعاع يؤثر على قدرة خلايا المخ الاولى على التكاثف ، أو يتدخل في ارتحالها المنظم الى موقعها النهائي في القشرة المخية ، أو يعطل إقامة الصلات الخلوية الملائمة ، فإن النتيجة النهائية للأذى الإشعاعي تظهر في

صورة فقد للوظيفة المخية وبخامة للوظيفة الذهنية . وهذه هي الصورة ، وإن كانت تخطيطية جدا ، التي تنبثق عن البيانات المتاحة . بيد أن التعقد المورفولوجي والوظيفي لقشرة المخ في مرحلة النمو يتحدى أي تفسير بسيط لأشكال الإشعاع على أساس المعايير التي تنطبق على أنسجة الجسم الأخرى الذاتية التجدد .

٦٩- ويمكن تقسيم مرحلة نمو الثدييات قبل الولادة ، في الرحم ، بصورة تقريبية إلى ثلاث فترات : فترة ما قبل الازدراع ، وتمتد من وقت الإخصاب إلى استقرار المضغة الجنينية في جدار الرحم ؛ فترة تخلق الأعضاء الرئيسية ، وتتميز بتكون البنس الجسمية الرئيسية ؛ والفترة الجنينية ، التي يحدث خلالها نمو البنس التي تشكلت بالفعل . وهناك قدر كبير جدا من الاختلاف في الطول النسبي لهذه الفترات بين الأنواع الحيوانية ، وكذلك في الطول الإجمالي لفترة الحياة داخل الرحم . وهناك أيضا اختلافات كبيرة بين الأنواع المختلفة فيما يتعلق بحالة التمايز أو النضج لآلية بنسية معينة بالنسبة لكل البنس الأخرى عند أي مرحلة معينة من مراحل النمو .

٧٠- وليست هناك أية نتائج جديدة في الإنسان فيما يتعلق بأشكال الإشعاع خلال الطور السابق على الانفراس ؛ ومن المحتمل أن يعود ذلك إلى صعوبات الحصول على معلومات خلال هذه المرحلة . بيد أنه تم الحصول على كثير من البيانات الجديدة في الحيوانات عن طريق إجراء تحاليل خارج الجسم الحي وفي الجسم الحي . وقد أكدت هذه البيانات أصاها أن المضغة الجنينية قبل الانفراس تتميز بحساسية خاصة للقتل مع نقص الحساسية كلما ازداد التعقد النموي ، مع وجود قدر وافر من تذبذب الاستجابات كدالة زمنية ، وخاصة أثناء الأطوار المبكرة جدا للنمو الجنيني . وفي القوارض ، سجل أن جرعات في حدود واحد من عشرة من الفري أو أقل تزيد بدرجة كبيرة معدل الوفيات في حالة التشعيع في مرحلة ما قبل الانفراس .

٧١ - وبالنسبة للتشعيع خلال المرحلة الرئيسية لتخلق الأعضاء فقد أضافت البيانات الجديدة المتعلقة بحيوانات التجارب تفاصيل إلى الصورة المعروفة من قبل ، ولكنها لم تغير بشكل جوهري الملامح الرئيسية لتلك الصورة . وفي هذه المرحلة ، تظهر الأشكال التشويبية بوصفها أبرز نتائج التشعيع وتمحبها أحيانا اضطرابات في نمو مختلف البنس أو نمو الجسم بأكمله . أن وجود فترات حساسة قصوى في الوقت الذي يتم فيه التمايز الرئيسي بين مختلف البنس ينتج عنه ارتباط ظهور مختلف أنواع التشويه ارتباطا واضحا بالوقت . وقد درست دراسة جيدة جدا بعض التشويبهات ، لاسيما تشويبهات الهيكل العظمي ، باعتبارها دالة للجرعة ، فأكدت عموما اتجاهها انحنائيا ؛ وأما التشويبهات الأخرى ، لاسيما تشويبهات الجهاز العصبي المركزي ، فقد حلت بعناية من حيث الأحداث والتفاعلات الخلوية المؤدية إلى تكونها .

٧٢ - وخلافا لما يلاحظ في حيوانات التجارب ، فإن ما يحدث في بنى الجسم من تشويهاً بسبب الاشعاع ، باستثناء الجهاز العصبي المركزي ، ليست كثيرة الحدوث لدى الانسان . وقد ناقشت اللجنة أسباب هذا الاختلاف . ومهما كان تفسير ذلك ، فإنه يجب اعتبار الاختلافات بين مختلف الاصناف تحذيراً من محاولة التطبيق الاستقرائي للنتائج المحتملة عليها بالنسبة لصف معين على الاصناف الاخرى دون تمييز ، وبدون ايلاء الاعتبار الواجب للمواصفات الجينية لكل صف ؛ وما لم يتم ذلك ، فلا يوجد مسوغ لاجراء اي استقراء ، لاسيما الاستقراءات الكمية .

٧٣ - ويلاحظ الضرر الذي يحدثه الاشعاع في الجهاز العصبي المركزي عند الانسان اول ما يلاحظ في نهاية فترة تخلق الاعضاء المتعارف عليها تقليدياً (ثمانية اسابيع بعد الانصاب) ويستمر الى مرحلة متقدمة من الفترة الجنينية (حتى ٢٥ اسبوعاً) . وقد سمحت دراسة اجريت من جديد على النتائج الطبية والمتعلقة بقياس الجرعة الاشعاعية لدى افراد تعرضوا الى الاشعاع وهم في الرحم عند حدوث الانفجارات الذرية في اليابان ، بقطع خطوة هامة في طريق تحليل الاثار على الانسان ووضع تقدير للمخاطر التي يتعرض اليها . وفي الوقت نفسه اثبتت الدراسات المورفولوجية والدراسات الكيميائية الاحيائية التي اجريت على عينات بشرية ترابطاً واضحاً بين وقت الحساسية القصوى لبنى المخ والوقت الذي يحدث فيه اشد انقسام وارتحال للعصبونات في القشرة المخية ، فوسعت نطاق مفهوم اتضحت صحته بالنسبة لحيوانات التجارب ، ليشمل الانسان .

٧٤ - وأكدت دراسة اجريت على حوالي ٦٠٠ طفل تعرضوا وهم في الرحم الى جرعات اشعاعية متفاوتة وفي مراحل نمو مختلفة في هيروشيما وناغازاكي ، ان حوالي ٣٠ في المائة منهم اظهروا طبعاً تخلفاً ذهنياً حاداً ، وهي نسبة أعلى بكثير من المتوقع عادة . وعندما درى حدوث هذه الحالة باعتباره دالة لمرحلة النمو في وقت القصف ، اتضح ان التخلف الذهني لم يلاحظ قبل ثمانية اسابيع من بداية الحمل ، وانه كان في اقصى درجاته في الفترة الممتدة من ٨ الى ١٥ اسبوعاً عندما بلغ التكاثف العصبي في القشرة المخية اوج نشاطه ، ثم قل بعض الشيء في الفترة الممتدة من ١٦ الى ٢٥ اسبوعاً وهي الفترة التي تنمو فيها انسجة المخ الداعمة وتتكون الروابط بين الخلايا العصبونية . وحسب التقارير ، فان نسبة حدوث التأخر الذهني بوصفها دالة للجرعة تبدو حدثاً خطياً لا عتبة له في الفترة الممتدة من ٥ الى ١٥ اسبوعاً ، بمعامل مخاطرة يبلغ ٠,٤ للغرأ الواحد . وتكون نسبة الحدوث اقل بحوالي اربع مرات في الفترة الممتدة من ١٦ الى ٢٥ اسبوعاً . وهناك ما يشير الى انه بالإضافة الى هذه العاهات الذهنية الرئيسية فإن هناك حالات اخرى من العجز الذهني الوظيفي الاقل وضوحاً قد تكون موجودة لدى الاطفال الذين تعرضوا الى الاشعاع وهم في الرحم ، ومن المتوقع ان تعطى

هذه المجموعة آخر الامر معلومات أفيد . وفي حين انه لا يمكن حتى الآن تفسير بعض جوانب هذه الاستنتاجات بناء على المعارف الاشعاعية البيولوجية المتوفرة ، فلا شك في اهميتها الاجمالية لاسيما بالنسبة للتقييم الكمي للمخاطرة المرافقة .

٧٥ - وقد أعدت وشائق عن آثار مختلفة لحقت بحيوانات التجارب إثر تعرضها الى الاشعاع خلال المراحل الجنينية بما في ذلك الآثار الحاصلة في جهاز تكوين الدم ، والكبد ، والكلية ، بيد انها تحدث كلها بعد جرعات من الاشعاع عالية بعض الشيء . أما الآثار التي تلحق بالغدد التناسلية النامية ، فهي بالذات موثقة توثيقا جيدا سواء من الناحية المورفولوجية او الناحية الوظيفية . ويبدو حاليا انه لا توجد صلة كبيرة بين الضرر الخلوي والوظيفي كدالة للجرعة ، غير ان إحداث تغييرات في الخصوبة لدى مختلف الاصناف الحيوانية يتطلب جرعات تبلغ بعض أعشار الغراري كحد أدنى .

٧٦ - ان البيانات المتعلقة بالآثار التي تحدث داخل الرحم إثر تناول الام لمواد مشعة وتسرب هذه المواد الى الجنين النامي هي معلومات مشتتة لاسيما في ضوء المتغيرات العديدة التي قد تؤثر على الجرعة التي تصل في النهاية الى اللاقحة . ومن أهم المتغيرات ينبغي ذكر ما يلي : الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنويدات المشعة ، مسار الجرعة ومواعيد تعاطيها ، حركية الانتقال والايض عند الام ، عبور المشيمة الى الجنين . والمعلومات متوفرة بقدر أكبر بعض الشيء بالنسبة فقط لبعض النويدات ذات الاهمية العملية (التريتيوم ، والبلوتونيوم ، واليود) ، غير أن هناك حاجة واضحة الى توسيع قاعدة البيانات بطريقة منهجية لتشمل النويدات الأخرى والى اجراء بحوث في مجموعة كبيرة بشكل كاف من التركيزات والجرعات النسيجية .

٧٧ - وقد ابلغ عن عدد من العوامل الفيزيائية والكيميائية التي يبدو انها تغير من استجابة الثدييات النامية ، غير ان المعلومات هنا ايضا غير كافية لاجراء تعميمات واسعة . ومن بين العوامل الفيزيائية درى ببعض التفصيل نوع الاشعاع وطاقته ، بقيم من الفعالية البيولوجية النسبية في حدود خمسة بالنسبة للنيترونات في الجرعات المتوسطة . وجرى ايضا دراسة لتجزئة الجرعة واطالة امدها بالنسبة لكل من الاشعاعات الطفيفة التأيين والاشعاعات الكثيفة التأيين ، واتضح ان تجزئة الجرعة واطالة امدها ينتج عنهما دائما أثر مخفض بالمقارنة مع الجرعات التي يتم تعاطيها دفعة واحدة . بيد أن الصورة التي تعطيها هذه البيانات ناقصة وتترك ثغرات واضحة في معرفتنا . ومن بين العوامل الكيميائية ، ثبت (على الأقل كيفيا) أن الاكسجين وعدة انواع من العقاقير الواقية من الاشعاع وعقاقير تحسين الاشعاع قادرة على إحداث تغييرات في الانسجة النامية ، مماثلة لتلك التي شوهدت في أنسجة الراشدين . وتوجد

ايضا بعض النتائج المتفرقة من معالجات الاشعاع بعدة عوامل اخرى مجتمعة ، وان كان اثبات بعض الادعاءات ، لاسيما تلك المتعلقة بالعلاج التآري يحتاج الى عمل أكثر منهجية بكثير .

٧٨ - وقد استعرضت اللجنة ببعض التعمق البيانات المتوفرة عن استحداث الاورام في الحيوانات المعرّضة للاشعاع قبل الولادة ، في محاولة لمقارنة قابليتها للتأثر بقابلية الحيوانات المعرّضة للاشعاع بعد الولادة . غير أن هذه المقارنات تصبح صعبة بشكل خاص بسبب الاختلافات في الصنف والسلالة والجنس وعدم توفر الفترة الزمنية الممتدة وتحليلات علاقات الجرعة - الاستجابة ، وتفاعل نقط التبادل الاحيائي المختلفة . وترى اللجنة ان الأدلة المتوفرة لا تكفي لاثبات وجود قابلية أعلى لتولد السرطان بسبب الاشعاع عند الحيوانات داخل الرحم ، وهي تشير ، على العكس من ذلك ، الى قابلية أدنى . ويحتمل أن تكون الاختلافات في اصناف الاورام الناشئة في الحيوانات المعرّضة للاشعاع قبل الولادة أو بعدها هي أكثر الاستنتاجات تماكاً في العمل السني جرى تحليله ، وهو استنتاج لم يكن غير متوقع نظراً لاختلاف مراحل نمو الحيوانات عند تعرضها للاشعاع .

٧٩ - ويأتي الدليل على حدوث الاورام عند الانسان بسبب التعرض للاشعاع قبل الولادة ، أساساً من مصدرين رئيسيين هما : أولا الاطفال الذين بقوا على قيد الحياة بعد التعرض ، وهم في الرحم ، الى الاشعاع في هيروشيما وناغازاكي والذين لا تظهر الدراسات التي أجريت لحد الآن زيادة السرطان عندهم ؛ وثانيا دراستان كبيرتان لاحقتان للحدث تجريان على اطفال تعرضوا للاشعاع وهم في الرحم لأسباب طبية . ويظهر هذا الفريق الأخير من الاطفال باستمرار زيادة في حالات الورم وسرطان الدم خلال الفترة الممتدة من ١٠ الى ١٥ سنة من حياتهم بعد الولادة ، الى مستوى يبلغ حوالي ٥٠ في المائة أكثر من نسبة الحدوث الطبيعية بالنسبة للجرعات المنخفضة (ولكن غير المعروفة جيداً) التي اشتملت عليها الحالات . ولم يكن تصحيح البيانات ، ليراعي عدد من العوامل الاجتماعية والطبية التي يمكن أن تكون قد أدخلت تشويهاً على العلاقة بين الاشعاع وحدث الاورام عند هؤلاء الاطفال ، كافياً لالغاء الارتباط بشكل تام . وقد استعرضت اللجنة وناقشت عدة أوجه تضارب بين النتائج المستمدة من التجارب والنتائج الخاصة بالانسان وكذلك فيما بين النتائج الوبائية نفسها .

٨٠ - وبالإضافة الى وجود هذه الصلة نفسها التي تبدو راسخة بشكل كاف ، فإن أهم قضية في هذا السياق تتمثل بدور العلاج بالاشعاع قبل الولادة في تسبب زيادة نسبة الإصابة بسرطان الدم والسرطان بعد الولادة . وتعتقد اللجنة أن الاعتبار الهام في هذه

المسائل هو وجود هذه الملة . ان إنكار علاقات السببية على أساس التضارب العام فسي نتائج التجارب والدراسات الوبائية يعني تغليب الاعتبارات العلمية على الحاجة العملية لأخذ أية مخاطرة ممكنة في الاعتبار . ولذلك قررت اللجنة أن تقبل مؤقتاً الطبيعة السببية لهذه الملة لأغراض عملية ، مع التشديد في نفس الوقت على أن هذا اجراء من باب الاحتراز ليس إلا ، ولا يرجع الى أسباب علمية مثبتة بشكل جازم .

٨١ - وقد حاولت اللجنة في نهاية استعراضها أن تشتق تقديرات كمية للخطر بالنسبة لعدد من الآثار التي يحدثها الاشعاع في الرحم (معدل الوفيات ، إحداث التشوهات ، والتخلف العقلي ، والأورام ، وسرطان الدم) وأن تنسب هذا الخطر الى فترات الحمل التي يحدث فيها . ومن الممكن في إطار عدد من الافتراضات التبريرية ، الاستنتاج بأن الخطر الاجمالي بالنسبة للجرعات الصغيرة المرجح التعرض اليها في الممارسة العملية ضئيل نسبياً (لا يزيد عن ٠,٠٠٢ للرضيع المولود حياً في ٠,٠١ غراي) بالمقارنة مع نسبة الحدوث الطبيعي للتشوهات عند الافراد غير المعرضين للاشعاع ، والتي تبلغ ٠,٠٦ عند الجنس البشري .

التذييل الاول

قائمة بأسماء الخبراء الذين حضروا دورات اللجنة
من الحادية والثلاثين الى الخامسة والثلاثين كممثلين
رسميين أو أعضاء في الوفود الوطنية

اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية

ل . ا . ا . ايلييين (ممثل) ، ا . غومكوف (مثلة) ، ا . غولوبكين ، د . ف . كوخلوفنا ،
ا . ا . ا . مويسيف ، يو . ا . موسكاليف ، ف . بافلينوف ، ا . بافلوفسكي ، ف . ف .
ريدكين ، ف . ا . شفشنكو

الأرجنتين

د . بننسون (ممثل) ، د . كانسيو ، ا . ج . غونزاليس

استراليا

ك . ه . لوكان (ممثل)

المانيا (جمهورية - الاتحادية)

ا . كاول (ممثل) ، ف . ا . ستيف ، ا . إهلنغ ، و . باكوبي ، ه . كريغل ،
ك . شتريفر

اندونيسيا

ا . بيكوني (ممثل) ، م . رضوان (ممثل) ، ا . اسكندر (ممثل)

البرازيل

ل . ر . كالداي (ممثل) ، ا . بينا فرانكا (ممثل)

بلجیکا

م . ایریرا (ممثل) ، ج . میزان (ممثل) ، ج . پ . ت . آتن ، ف . ه . سوبلز ،
ا . د . شات

بولندا

ز . یافوروفسکی (ممثل)

پیرو

م . زاهاریا (ممثل) ، ل . ف . بنیوس اشتون (ممثل)

تشیکوسلواکیا

م . کلیمیک (ممثل)

السودان

هدایة الله (ممثل) ، ا . ا . یوسف

السویڈ

ب . لندل (ممثل) ، ک . إدفارصون ، ل . إ . هولم ، ک . ج . لوننغ ، س . ماتسون ،
ج . ا . منیهز ، ج . فالنتین ، ج . والندر

فرنسا

ه . جامیت (ممثل) ، ب . بلیران ، ا . بوفیل ، ر . کولون ، ب . دوتریو ، ج .
لافوما ، ر . ماس

كندا

إ . ج . لوتورنو (ممثل) ، أ . م . ماركو (ممثل) ، و . ر . بوش ، ج . س . بتلر ،
د . ك . مايرز

مصر

صلاح الدين حشيش (ممثل) ، م . الخرادلي

المكسيك

ه . ر . أورتيس ماجانيا (ممثل)

المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية

ج . دونستر (ممثل) ، ج . ه . إدواردز ، ك . إ . هالنان ، ب . س . هاربر ،
أ . ميرل

الهند

ك . سوندارام (ممثل)

الولايات المتحدة الأمريكية

ر . د . موزلي (ممثل) ، ر . إ . اندرمون ، ر . بيكر ، س . ايدنغتون ،
ج . ه . هارلي ، ه . ه . روسي ، و . ل . رمل ، ب . ب . سلبسي ، و . ك .
سنكلير ، ج . و . شايش ، ه . أ . وايكوف

اليابان

ت . كوماتوري (ممثل) ، ج ، إنابا ، ر . ايشيكاوا ، ي . كامياما ، أ . كاساي ،
أ . باماتو

التذييل الثاني

قائمة بأسماء الموظفين والخبراء الاستشاريين العلميين
الذين تعاونوا مع اللجنة في اعداد التقرير

- ١ . تشيزل
- ١ . م . كيلرر
- ١ . منكرانارايانان
- ج . صليبي
- ف . د . صاوني

التذييل الثالث

قائمة بالتقارير التي تلقتها اللجنة

- ١ - تدرج في القائمة أدناه التقارير التي تلقتها اللجنة من الحكومات في الفترة من ١١ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٨٢ الى ١٤ نيسان/ابريل ١٩٨٦ .
- ٢ - أما التقارير التي تلقتها اللجنة قبل ١١ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٨٢ فواردت في التقارير السابقة التي قدمتها اللجنة الى الجمعية العامة .

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L.		
1673	تشيكوسلوفاكيا	The values of strontium-90 concentration in vertebrae, 11 November 1982
1674	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Ingestion of global strontium-90 and caesium-137 with the food ration of the population of the Soviet Union 1976- 1979, 11 November 1982
1675	جمهورية ألمانيا الاتحادية	Environmental radioactivity and radia- tion levels-annual report 1979, 11 November 1982
1676	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية	Radioactive fallout in air and rain: results to the end of 1981, 11 November 1982

(يتبع)

التذييل الثالث (تابع)

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L.		
1677	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية	Environmental radioactivity surveillance programme: results for the UK for 1981, 11 November 1982
1678	سويسرا	25th report of the Federal Commission on radioactivity for the year 1981, 15 November 1982
1679	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Combined effects of radionuclides and external irradiation on the organism of rats, 23 November 1982
1680	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Studies on the radiation health in the Russian Soviet Socialist Republic (RSFSR) following the stratospheric fallout of strontium-90 and caesium-137 1963-1978, 23 November 1982
1681	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Calculations of microdosimetry characteristics for heavy charged particles with energy levels of 2-10 MeV/nucleon, 23 November 1982

(يتبع)

التذييل الثالث (تابع)

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L.		
1682	تشيكوسلوفاكيا	The values of stable strontium in vertebrae, femoral diaphyses, and thier ratio in different age groups (1970-1973), 26 November 1982
1683	جمهورية ألمانيا الاتحادية	Environmental radioactivity and radiation levels-annual report 1980, 14 February 1983
1684	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Combined effects of radiation and chemical factors, 13 April 1983
1685	فرنسا	Surveillance de la radioactivité en 1981, 27 June 1983
1686	بلجيكا	Radioactivity measured at Mol 1980, 27 June 1983
1687	الولايات المتحدة الأمريكية	Environmental Measurements Laboratory: environmental report, 1 May 1982, 27 September 1983

(يتبع)

التذييل الثالث (تابع)

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L.		
1688	الولايات المتحدة الأمريكية	Environmental Measurements Laboratory: Worldwide deposition of strontium-90 through 1981, 27 September 1983
1689	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية	Radioactive fallout in air and rain: results to the end of 1982, 27 September 1983
1690	نيوزيلندا	Environmental radioactivity Annual report 1982, 11 November 1983
1691	تشيكوسلوفاكيا	Lung cancer in exposed human popula- tions and dose-effect relationship - July 1983, 29 February 1984
1692	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية	Environmental radioactivity sur- veillance programme: results for the UK for 1982, 29 February 1984

(يتمتع)

التذييل الثالث (تابع)

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L.		
1693	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Brief results of a study into the combined effect of ionizing radiation and other environmental factors in the Ukrainian SSR, 12 March 1984
1694	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Relative biological effectiveness of protons and heavy ions, 12 March 1984
1695	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Study of the vertical migrations of radio-nuclides in the bottom deposits and soil of a body of water with no through current, 12 March 1984
1696	الولايات المتحدة الامريكية	Environmental Measurements Laboratory: Graphic presentation of a strontium-90 fallout data 1954-1982, 19 March 1984
1697	سويسرا	26th report of the Federal Commission on radioactivity for the year 1982, 26 April 1984

(يتبع)

التذييل الثالث (تابع)

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L.		
1698	فرنسا	Surveillance de la radioactivité en 1982, 30 April 1984
1699	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Mechanisms of the competitive effect of iron on the exchange processes of plutonium-239 in the organism, 31 May 1984
1700	نيوزيلندا	Environmental radioactivity Annual report 1983, 27 September 1984
1701	الولايات المتحدة الأمريكية	Strontium-90 in the U.S. Diet, 1982, 5 October 1984
1702	الولايات المتحدة الأمريكية	Worldwide deposition of strontium-90 through 1982, 5 October 1984
1703	اليابان	Radioactivity Survey Data in Japan, number 65, June 1983, 6 December 1984

(يُتبع)

التذييل الثالث (تابع)

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L.		
1704	سويسرا	27th report of the Federal Commission radioactivity for the year 1983, 11 January 1985
1705	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية	Environmental radioactivity sur- veillance programme: results for the UK for 1983, 25 January 1985
1706	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية	The radiation exposure of the UK population - 1984 review, 6 March 1985
1707	الولايات المتحدة الامريكية	The high altitude sampling program: radioactivity in the stratosphere, 6 March 1985
1708	جمهورية ألمانيا الاتحادية	Environmental radioactivity and radia- tion levels in the years 1981/1982, 6 March 1985
1709	الولايات المتحدة الامريكية	Strontium-90 in the human bone in the US, 1982, 6 March 1985

(يُتبع)

التذييل الثالث (تابع)

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L.		
1710	الولايات المتحدة الامريكية	Annual report of the surface air sampling program (EML-440), 24 June 1985
1711	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية	Radioactive fallout in air and rain: results to the end of 1983, 24 June 1985
1712	اليابان	Radioactivity Survey Data in Japan, number 68, March 1984, 24 June 1985
1713	اليابان	Radioactivity Survey Data in Japan, number 69, June 1984, 24 June 1985
1714	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Radiation doses of workers using radio- isotope devices in industry, 2 July 1985
1715	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Justification of assessments of the carcinogenic risk associated with low- dose radiation, 2 July 1985

(يتبع)

التذييل الثالث (تابع)

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L.		
1716	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Assessment of the possibility of using an iron preparation for optimal monitoring of the plutonium-239 content in the human body, 2 July 1985
1717	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Radiation loads from pharmaceutical preparations marked by radioactive iodine isotopes, 2 July 1985
1718	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	The effect of differences in the radio- sensitivity of cells in certain persons to the accuracy of the extrapolation of dose ratios to low-dose values, 2 July 1985
1719	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Quantitative evaluation of the diagnostic informativeness of the test for the absorption of radioiodine by the thyroid gland in various forms of thyroidal pathology, 2 July 1985

(يتبع)

التذييل الثالث (تابع)

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L.		
1720	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Radiation exposure of the population of the USSR during 1981-1982 as a result of the use of ionizing radiation sources for medical diagnostic purposes, 2 July 1985
1721	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Site approach in the simulation of survival curves as a function of radiation quality, 2 July 1985
1722	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	On the assessment of the effect of incorporated radionuclides and external radiation on the basis of non- stochastic effects, 2 July 1985
1723	نيوزيلندا	Environmental radioactivity Annual report 1984, 15 July 1985
1724	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	The influence of non-radiation factors on the kinetics of radioactive iodine metabolism in the thyroid, 22 August 1985

(يتبع)

التذييل الثالث (تابع)

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L.		
1725	اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية	Some problems of biological effects under the combined action of nitrogen oxides, their metabolites and radiation, 22 August 1985
1726	الولايات المتحدة الامريكية	Occupational exposure to ionizing radia- tion in the United States - a comprehen- sive review for the year 1980 and a summary of trends for the years 1960- 1985, 29 August 1985
1727	الولايات المتحدة الامريكية	Environmental Measurements Laboratory: Worldwide deposition of strontium-90 through 1983, 4 November 1985
1728	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وايرلندا الشمالية	Radioactive fallout in air and rain: results to the end of 1984, 4 February 1986
1729	سويسرا	28th report of the Federal Commission on radioactivity for the year 1984, 27 March 1986

(يتبع)

التذييل الثالث (تابع)

رقم الوثيقة	البلد	عنوان الوثيقة
A/AC.82/G/L. 1730	اليابان	Radioactivity Survey Data in Japan, number 70, September 1984, 27 March 1986
1731	اليابان	Radioactivity Survey Data in Japan, number 71, December 1984, 27 March 1986

كيفية الحصول على منشورات الأمم المتحدة

يمكن الحصول على منشورات الأمم المتحدة من المكتبات ودور التوزيع في جميع أنحاء العالم. استعلم عنها من المكتبة التي تتعامل معها أو اكتب إلى : الأمم المتحدة، قسم البيع في نيويورك أو في جنيف.

如何购取联合国出版物

联合国出版物在全世界各地的书店和经售处均有发售。请向书店询问或写信到纽约或日内瓦的联合国销售组。

HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre libraire ou adressez-vous à : Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу: Организация Объединенных Наций. Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o dirijase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.
