

Bancos de tejidos neurológicos

Isidro Ferrer

Instituto de Neuropatología. Servicio de Anatomía Patológica, Hospital Universitario de Bellvitge. iferrer@csub.scs.es

INTRODUCCIÓN

Se entiende como Bancos de Tejidos (y de líquidos) Neurológicos aquellas facilidades que clasifican, conservan y permiten disponer de material biológico para la investigación de enfermedades neurológicas. La obtención de material para el banco implica un conocimiento y aprobación firmada por el donante o sus representantes legales, y un compromiso de utilización del material para investigación. La utilización de material para investigación debe de extenderse a los investigadores solicitantes con capacidad de obtener resultados útiles para el mejor conocimiento de enfermedades neurológicas, siempre que se cumplan unos requisitos en la solicitud y siempre que exista una disponibilidad razonada de muestras.

1. ANTECEDENTES

El conocimiento de las enfermedades del sistema nervioso requiere el examen de muestras obtenidas y conservadas en condiciones óptimas para posteriores estudios de investigación. Ello implica la creación y el mantenimiento de bases de datos, y de bancos de tejidos y muestras neurológicas. En este último apartado se contemplan:

- Bancos de cerebros
- Bancos de tejido muscular
- Bancos de tumores del sistema nervioso central y periférico
- Bancos de sangre y suero
- Bancos de líquido cefalorraquídeo
- Bancos de ADN
- Otros posibles bancos: fibroblastos, líneas celulares inmortalizadas procedentes de pacientes.

Para la óptima utilización de los materiales biológicos depositados en los bancos, es importante contar con la información clínica lo más concreta y exacta posible sobre el fenotipo clínico de los donantes. Por eso, se elaborarán protocolos clínicos para cualificar el tipo y grado de deterioro neurológico que tiene el donante en el momento más cercano a la donación. Estos datos se mantendrán con la debida confidencialidad y solo después de haber obtenido consentimiento informado del paciente o de la persona responsable.

La idea de los bancos tiene una proyección social y de colaboración entre distintos especialistas e investigadores. Un banco solo puede entenderse como una labor conjunta y de colaboración de pacientes, clínicos, neuropatólogos e investigadores clínicos y básicos en neurociencias. La idea de bancos es más amplia que la actividad diagnóstica de los servicios de anatomía patológica y de las unidades de neuropatología de los hospitales, así como de las unidades de patología neuromuscular. La creación de bancos implica unas condiciones éticas, legales y organizativas que faciliten muestras biológicas humanas a los investigadores capacitados para llevar a cabo tareas de investigación en las enfermedades neurológicas y que procuren un progreso en el conocimiento de las mismas.

2. BANCOS DE CEREBROS

2.1. *Obtención del sistema nervioso central*

La obtención de cerebros (se entiende encéfalo, médula espinal y ganglios raquídeos) puede realizarse: a. como donación por los enfermos o por sus familiares con conocimiento y consentimiento informado tiempo antes de que se pro-

duzca el óbito; b. durante el fallecimiento o poco antes en el contexto de ingreso hospitalario y de solicitud de autopsia clínica modificada con la información explícita de la utilización del material con propósitos de investigación para el mejor conocimiento de las enfermedades neurológicas; y c. en el contexto de la medicina forense, tratándose, a menudo, de muertes violentas.

La donación en vida es más habitual en personas con enfermedades neurológicas degenerativas de largos años de evolución. Ello implica una información del paciente o de sus familiares, y una orientación y ayuda por parte de los médicos y de las organizaciones de familiares, y se materializa en el documento de donación. Así mismo, la donación requiere una estructura organizativa compleja que permita el rápido traslado del fallecido desde el lugar donde esté ingresado o desde su domicilio al centro de referencia donde se le practique la autopsia en condiciones óptimas de obtención y conservación de las muestras. Los mayores problemas de los bancos que tienen muestras únicamente procedentes de este tipo de donaciones son la dificultad de obtener cerebros control de distintas edades, muestras de personas ancianas, cerebros de pacientes con enfermedades degenerativas neurológicas en etapas tempranas o subclínicas de la enfermedad, y patologías neurológicas agudas vasculares, inflamatorias, infecciosas o de otro tipo que no hayan permitido una presunción de donante. El mayor beneficio es el de obtener muestras con una larga historia neurológica bien estudiada clínicamente y con alteraciones patológicas avanzadas de enfermedades neurológicas degenerativas.

Por esos motivos, la obtención del sistema nervioso en el contexto de autopsias clínicas es fundamental para la investigación del sistema nervioso, siempre que se produzca en un marco legal y ético específico para investigación. Esta fuente permite obtener material tan valioso como el necesario para conocer el desarrollo normal del sistema nervioso humano, los efectos de la ancianidad, el conocimiento de mecanismos que intervienen en las fases tempranas de las enfermedades neurológicas degenerativas e investigar sobre enfermedades neurológicas agudas. Quizás no sería necesario subrayar que el pro-

cesamiento de las muestras (ver más adelante) debe seguir las mismas pautas rigurosas en el caso de donación en vida y en el caso de donación en el contexto de autopsia clínica.

Ambos tipos de bancos o un banco que contemple estas dos fuentes de obtención de muestras neurológicas cubre un espectro amplio de facilitación para la investigación.

2.2. Documentos de donación aprobados por los Comités de Ética de los centros o instituciones

En todos los casos, debe de firmarse un documento de donación de muestras que autoriza la investigación sobre enfermedades del sistema nervioso. Los documentos de donación deben de ser aprobados por el Comité Ético de las instituciones implicadas (hospitales, universidades, institutos) y deben explicar claramente los motivos, las implicaciones y los límites de la donación, incluyendo la preservación de identidad. Los documentos deben de ser firmados por el donante o sus representantes legales y por un testigo. El documento de donación debe de acompañarse de teléfonos y direcciones de contacto para el trámite y la donación en el momento del fallecimiento.

Los documentos de donación deben de ser obligatorios en todos los casos, ya sea de donación en vida, durante el proceso de obtención de autopsia clínica o en el contexto de autopsia forense.

2.3. Reducción del tiempo de post-mortem

En todos los casos, es fundamental reducir al máximo el tiempo entre el fallecimiento y la obtención y procesamiento de las muestras. Ello permite una conservación óptima para los estudios bioquímicos y moleculares, y es fundamental en la aplicación de técnicas de genómica y de proteómica.

La creación de un banco debe de contemplar esta necesidad y favorecer un servicio de cobertura lo más amplio posible, idealmente de veinticuatro horas diarias todos los días de la semana.

2.4. **Procesamiento para el almacenamiento y conservación de las muestras**

Se procesan las muestras de sistema nervioso siguiendo los protocolos establecidos por la «Brain Net Europe (Network of European Brain and Tissue Banks for Clinical and Basic Neuroscience)» que son semejantes a los utilizados por los bancos norteamericanos.

Aunque existen particularidades en algunos bancos y particularidades para algunas enfermedades o patologías, el protocolo básico implica la separación de un hemisferio cerebral y de un hemisferio cerebeloso, así como cortes alternativos del tronco del encéfalo y de la médula espinal para bioquímica y para estudios morfológicos.

Se obtienen los siguientes tipos de muestras:

a. Muestras congeladas: Cortes coronales hemisféricos de 1 cm de grosor del cerebro y del cerebelo, y cortes alternativos de 3 mm de grosor del tronco del encéfalo, cortes de 3 mm de grosor de médula espinal (al menos un corte por segmentos cervicales, dorsales, lumbares y sacros) congelados en nieve carbónica y conservados en congelador a -80°C (no a -20°C ya que no permite la conservación adecuada de ARN).

b. Muestras «snap-frozen» de 2 mm de grosor de corteza cerebral (frontal, parietal, temporal, occipital), hipocampo, núcleos estriados, tálamo medial, sustancia negra y vermis cerebeloso) que se congelan sobre plancha enfriada sobre nieve carbónica. Estas muestras conservan bien la estructura del tejido y son particularmente útiles para estudios de hibridación *in situ* y de captación de trazadores marcados y procesados por autoradiografía.

c. Muestras fijadas en formol tamponado al 10%: El hemisferio cerebral y el hemisferio cerebeloso contralaterales, y los cortes restantes del tronco del encéfalo, de la médula espinal y de los ganglios raquídeos. Este constituye el material básico para el estudio neuropatológico microscópico y clasificación diagnóstica y estudio de la enfermedad.

d. Muestras crioprotegidas: Muestras de 2 mm de grosor de corteza cerebral (frontal, parietal, temporal, occipital), hipocampo, núcleos

estriados, tálamo medial, sustancia negra y vermis cerebeloso, que se fijan en paraformaldehído al 4% durante 24 h, se trasladan a una solución de sacarosa al 30% durante 24-48 h (hasta que se hundan), se congelan sobre nieve carbónica y se conservan a -80°C en congelador. Estas muestras son muy útiles para estudios de inmunohistoquímica por flotación en cortes gruesos de criostato y para estudios de hibridación *in situ*.

2.5. **Procesamiento para el estudio neuropatológico y estudio de la enfermedad**

El procesamiento de las muestras sigue un protocolo riguroso en todos los casos.

2.5.1. Las muestras básicas incluyen cortes cerebrales frontal (área 8), motora, somatosensorial, parietal, occipital (visual primaria y corteza visual asociativa), temporal superior nivel anterior, insular anterior, cingular anterior; hipocampo anterior y corteza entorrinal; núcleo amigdalino; núcleo basal de Meynert; región anterior de núcleo caudado y putamen; putamen, pálido y cuerpo mamilar; tálamo medial, subtálamo; tálamo posterior; vermis cerebeloso, núcleo dentado del cerebelo, dos niveles de mesencéfalo, incluyendo sustancia negra, dos niveles de protuberancia, dos niveles de bulbo, niveles de médula espinal (incluyendo muestras representativas de cervical, dorsal, lumbar y sacra), cola de caballo y ganglios raquídeos. Se deben añadir otras muestras en patologías particulares.

La utilización de cortes hemisféricos debiera ser rutinaria en los bancos de cerebros. La información que facilita sobre variaciones regionales de la patología es importante; el estudio riguroso de la sustancia blanca del encéfalo requiere cortes hemisféricos procesados con técnicas de mielina.

2.5.2. Las tinciones básicas en todas las muestras son: hematoxilina y eosina, y luxol fase blue-Klüver Barrera (u otra técnica mixta para mielina y células), e inmunohistoquímica para proteína glial fibrilar ácida (GFAP), amiloide BA4, *tau* (y anticuerpos anti-*tau* fosfo-específicos).

cos), ubicuitina, α -sinucleína y neurofilamentos fosforilados, así como para microglia (lectinas o CD68). En casos particulares, es obligada la inmunohistoquímica para PrP resistente a proteasas (enfermedades priónicas), marcadores linfocitarios (enfermedades inflamatorias) y otros marcadores, incluyendo α B-cristalina. En algunos laboratorios se utilizan técnicas de plata, como la plata metenamina (PAM), Gross-Bielchowsky o Gallyas.

2.5.3. Un procesamiento rutinario exhaustivo permite un **diagnóstico neuropatológico** y un estadio preciso de la enfermedad (estadios de Braak y Braak en enfermedad de Alzheimer; estadios de Vonsattel en la enfermedad de Huntington; estadios en las enfermedades de cuerpo de Lewy), así como una catalogación exacta de lo que se interpreta como cerebro normal para la edad.

2.6. Registro de diagnóstico y de muestras: Archivo

Debe de realizarse un archivo con los siguientes datos:

- Identificación de la muestra del banco (con nombre del paciente para uso exclusivamente interno).
- Edad.
- Sexo.
- Enfermedad neurológica: diagnóstico clínico.
- Otras enfermedades.
- Tiempo de post-mortem.
- Tipos de muestras obtenidas (material congelado, crioprotegido, «snap-frozen», fijado en formol, bloques de parafina).
- Diagnóstico neuropatológico.
- Otros datos aconsejables: medición de pH del LCR, que permite una aproximación del estado agónico; estudios genéticos, en su caso.

Todos estos datos deben de estar informatizados y actualizados. Es útil incluir, en este archivo o en un archivo cruzado, la enumeración de muestras y de tipo de muestras utilizadas o entregadas a otros investigadores para investigación, que hace posible el conocimiento del material disponible.

2.7. Solicitud de muestras para investigación

Las muestras de los bancos de tejidos nerviosos deben de poder ser utilizadas por distintos investigadores para mejorar el conocimiento de las enfermedades neurológicas. La función principal del banco es proporcionar muestras en condiciones óptimas, con diagnósticos precisos para la comunidad científica. Algunos estudios pueden ser realizados en el ámbito del banco, otros muchos estudios solamente pueden realizarse por equipos y grupos altamente especializados en métodos y técnicas particulares que no se encuentran al alcance del ámbito particular del banco.

Datos reflejados en la solicitud de muestras

La solicitud de muestras obliga a un control preciso en los protocolos de donación y un seguimiento adecuado. Los datos a tener en cuenta son los siguientes:

— *Datos del solicitante:* nombre y apellidos del investigador principal, lugar de trabajo, dirección, teléfono, fax, correo electrónico.

— *Enfermedad neurológica solicitada:* número de casos solicitados, descripción de las áreas encefálicas solicitadas.

— *Condiciones del tejido solicitado:* a. fijado en formol; b. incluido en parafina; c. secciones histológicas de parafina y grosor; d. secciones histológicas de material congelado y grosor; e. bloques de tejido congelado; f. tiempo post-mortem requerido; g. otras condiciones o características.

— *Descripción del proyecto:* a. título del proyecto; b. hipótesis; c. objetivos; d. resumen del proyecto; e. indicar tipo de financiación del proyecto (especificar si es procedente de un organismo oficial); f. proyecto aprobado por Comité de Investigación: Sí o No; g. especificar el comité que aprobó el proyecto; h. comprobante de aprobación del proyecto.

— *Experiencia del solicitante:* citar cinco trabajos relevantes publicados por el grupo de investigación en los últimos tres años: (título completo del trabajo; nombre de autores; referencia completa de la revista).

— *Compromisos del solicitante:* a. El solicitante se compromete a mencionar la procedencia del tejido nervioso en todas las comunicaciones o artículos científicos que puedan derivarse de la investigación con las muestras procedentes del Banco de Tejidos Neurológicos. b. *El solicitante se compromete a no ceder tejidos, procedente del Banco de Tejidos Neurológicos a otros investigadores sin antes obtener la autorización del Banco de Tejidos.* c. El solicitante se compromete a enviar en el término de un año, una memoria de la investigación realizada así como una copia de los resúmenes o de los artículos científicos que se hayan publicado. El incumplimiento de estos compromisos será motivo de denegación de futuras solicitudes.

— *Firma del solicitante, fecha y lugar de la solicitud*

2.8. Otros aspectos particulares

Los siguientes son aspectos no compartidos por todos los bancos, pero cuya información y posible implantación son importantes para unificar criterios de funcionamiento. Otros se refieren a formas particulares o especializadas de bancos.

2.8.1. Datos clínicos mínimos

Algunos bancos han propuesto la necesidad de obtener un archivo de datos clínicos mínimos que facilita el procesamiento de muestras y una mejor correlación clínica y patológica. Estos datos incluyen: a. edad; b. sexo; c. antecedentes familiares de enfermedad neurológica o de otras enfermedades; d. enfermedad neurológica: demencia o trastorno cognitivo, movimientos extrapiramidales, trastornos motores, trastorno de la marcha, mioclonias, epilepsia, lateralidad o asimetría de los signos y síntomas, trastornos de la motilidad ocular, pérdida de la visión, trastorno de la audición, trastornos vegetativos; e. remisiones y recurrencias; f. datos especiales del estado final de la enfermedad (características del estado agónico); g. enfermedades infecciosas o

enfermedad sistémica; h. tratamientos farmacológicos relevantes; i. exposición a tóxicos; j: pruebas complementarias relevantes.

2.8.2. Redes de bancos con archivos compartidos

Existe la intención de crear redes de bancos con información compartida de las disponibilidades de muestras. Las variables legales entre países hacen difícil un acuerdo útil para todos los usuarios. Sin embargo, un funcionamiento unificado es un logro importante en el concepto de banco de tejidos como facilidad para la investigación.

2.8.3. Bancos especializados

Existen bancos especializados en patologías particulares. Desde hace años, existen bancos especializados en esclerosis múltiple, enfermedad de Parkinson y trastornos del movimiento, o en enfermedades priónicas.

Estos bancos responden a criterios específicos de investigación y pueden haber sido, en parte, financiados por instituciones con intereses particulares para la investigación de determinada enfermedad. Otros, como es el caso de enfermedades priónicas, responden, en gran parte, a una infraestructura condicionada por la propia naturaleza de la enfermedad.

2.8.4. Bancos de enfermedades priónicas

Los bancos de enfermedades priónicas requieren condiciones especiales. La sala de autopsias y la práctica de autopsias deben cumplir con unas condiciones de seguridad. Debe de seguirse la retirada de residuos y limpieza de la sala de acuerdo con la normativa. Las muestras deben de ser conservadas en recipientes individuales y separados del resto de muestras de otro tipo de autopsias. Debe de tenerse especial cuidado en la conservación aislada de muestras congeladas. El procesamiento de muestras en parafina requiere la desactivación con ácido fórmico.

mico. Cualquier manipulación adicional en material fresco requiere instalaciones de bioseguridad de nivel III.

Una información detallada de la manipulación de muestras y de construcción de laboratorios para el estudio de enfermedades priónicas puede encontrarse en la guía editada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. En Cataluña, existe una guía editada por el Departamento de Sanidad.

3. BANCOS DE MÚSCULOS

3.1. Obtención de muestras

De las biopsias musculares se obtiene a. material congelado y montado para estudio histoquímico e inmunohistoquímico; b. material congelado para exámenes bioquímicos y genéticos, y c. material fijado en glutaraldehído al 1%, post-fijado en tetróxido de osmio al 2% e incluido en resina o plástico (i.e. araldita) para obtención de cortes semifinos y ultrafinos, y examen con microscopio electrónico.

3.2. Procesamiento de las muestras

El examen de rutina se realiza sobre cortes congelados transversales de criostato, teñidos con hematoxilina y eosina, tricrómico modificado, Oil Red O, PAS, NADH, ATPasa a pH 4.3, 4.6 y 9.4, SDH y citocromo oxidasa. En determinados casos puede añadirse el estudio de fosforilasa y de fosfofructocinasa. El estudio inmunohistoquímico depende de cada caso, pero es habitual en la mayoría de laboratorios de estudio de enfermedades musculares la práctica de inmunohistoquímica para distrofina 1, 2 y 3, espectrina, utrofina, sarcoglicanos alfa, beta, gamma y delta, disferlina, caveolina, merosina, emerina y MAD. En casos especiales, deben de utilizarse marcadores linfocitarios (enfermedades inflamatorias), MHC clase I, marcadores de macrófagos y, ocasionalmente, anticuerpos frente a determinadas proteínas: desmina, α B-cristalina, actina, amiloide β A4, proteína *tau* fosforilada y ubiquitina, entre otras. Así mismo, el diagnóstico requiere

utilización de examen con microscopio electrónico y, en otras ocasiones, electroforesis y Western blotting, particularmente en el caso de ciertas distrofinopatías, disferlinopatías y calpainopatías.

3.3. Registros de diagnósticos y de muestras

Los archivos deben de tener información de la filiación, datos clínicos principales y condiciones del material conservado: fotografías de las preparaciones (algunas tinciones se desvanecen con el tiempo), material congelado, material fijado en glutaraldehído, incluido en resinas y procesado para el examen con microscopio electrónico.

3.4. Condiciones de un banco de músculos

Todos estos aspectos son los característicos de un laboratorio de patología muscular. El aspecto diferencial de un banco de músculos es la disponibilidad de muestras por otros científicos para investigación. El banco de músculos debe de cubrir varias condiciones: a. autorización del paciente de la donación del material para investigación, además de para su utilización diagnóstica de acuerdo con las directrices del Comité Ético del centro; b. facilitación de muestras a otros investigadores siempre que se cumplan las condiciones explicadas en el apartado correspondiente a muestras de tejidos nerviosos.

4. BANCOS DE TUMORES DEL SISTEMA NERVIOSO

Se obtienen biopsias o muestras de tumores del sistema nervioso central durante el acto quirúrgico de resección tumoral por motivos diagnósticos y terapéuticos. Parte del material, se congela a -80°C , otra parte se fija en formol para diagnóstico y una tercera parte se fija en glutaraldehído para examen con microscopio electrónico. Se lleva un registro de datos clínicos y de muestras.

Hasta aquí, estos aspectos corresponden a los deseables en un servicio de anatomía patológica con dispositivos diagnósticos actuales. Sin embargo, un banco de tumores del sistema nervioso requiere la especificación y facilidades de material para uso de investigación.

En prime lugar, debe de cumplirse con los requisitos de donación de muestra aprobados por el Comité Ético del centro. En segundo lugar, debe disponerse de muestras de ADN de sangre para poder establecer estudios comparativos de ADN entre el tumor y el ADN del individuo, lo que supone la autorización para extracción de ADN de sangre. En tercer lugar, ha de existir la disponibilidad de facilitar material solicitado por otros investigadores para investigación.

5. SEROTECAS Y LICUOTECAS

La obtención de suero y de líquido cefalorraquídeo es muy útil en distintas enfermedades neurológicas, incluyendo enfermedades inmunitarias (por ejemplo, esclerosis múltiple o enfermedades paraneoplásicas).

En todos los casos, debe de obtenerse consentimiento informado de acuerdo con las directrices del Comité Ético del centro. Debe de realizarse un registro pormenorizado de las condiciones clínicas del paciente en el momento de obtención de la muestra (p.e. fase clínica y datos bioquímicos en el caso de esclerosis múltiple).

6. BANCOS DE ADN

La obtención de muestras de ADN y, en general, cualquier examen que implique un estudio genético que pueda repercutir sobre el paciente o sobre otros miembros de la familia debe de contar con la aprobación del Comité Ético del centro.

Frecuentemente, el ADN se obtiene de sangre periférica y debe de conservarse congelado. La aproximación del muestreo es particular para cada estudio. Los análisis de ligamiento de una enfermedad cuyo fallo genético se desconoce precisan de muestras de varios individuos sanos

y afectos de distintas generaciones. El consentimiento informado es preciso para cada una de las donaciones de ADN.

7. UNO O VARIOS BANCOS DE TEJIDOS NEUROLÓGICOS EN UN CENTRO

No parece existir problema, de entrada, en que el banco de tejidos nerviosos, el banco de músculo y el banco de tumores se encuentren ubicados en las unidades o institutos de neuropatología de los servicios de anatomía patológica de los hospitales, mientras que los bancos de ADN, de suero y de líquidos se encuentren en los servicios de neurología o en cada una de las unidades que forman parte de los servicios de neurología. Sin embargo, puede facilitarse el desarrollo de los diferentes tipos de banco con unos equipamientos comunes. Es conveniente que los archivos de datos sean semejantes a los utilizados y validados por otras instituciones o centros internacionales. También es útil un solo banco de ADN para enfermedades neurológicas. Todo ello depende de las características de cada centro o institución, y de las ventajas y garantías que ofrezca una estructura centralizada frente a los intereses individuales de cada una de las especialidades neurológicas.

8. PROPIEDAD INTELECTUAL Y UTILIZACIÓN DE MUESTRAS EN LOS BANCOS

Unos aspectos importantes en las investigaciones y en estudios de colaboración son la autoría y la propiedad intelectual de los trabajos. Estos aspectos deben de contemplarse en cada uno de los proyectos de investigación. No hay que minimizar la aportación de los clínicos en los casos en los que el estudio requiere una correlación de datos clínicos; tampoco la del neuropatólogo que realiza el examen post-mortem. Pero la cesión de material para investigación no implica la obligada firma del patólogo o del clínico. La donación es un acto generoso a la investigación, no a particulares.

9. NECESIDADES DE PERSONAL, EQUIPAMIENTO Y FUNCIONAMIENTO ORDINARIO

Estas necesidades dependen del tamaño del banco, en el sentido de número de muestras y de variedad de las muestras.

9.1. Bancos de cerebros

9.1.1. Personal

El personal mínimo de un banco de cerebros comporta un especialista en neuropatología (licenciado o doctor), un personal técnico de soporte (FP2 o equivalente) y un administrativo, todos ellos a dedicación completa. Además, comporta una cobertura de extracción de muestras (autopsias) durante veinticuatro horas, con turnos de guardias, para mozos de autopsia todos los días de la semana.

El aumento de prestaciones comporta mayor número de personal técnico de laboratorio, técnico superior y administrativo, así como posibles apoyos de otros especialistas para registros de historias y datos clínicos.

9.1.2. Equipamiento

Un banco de tejidos necesita una infraestructura para procesamiento y diagnóstico análogos a los necesarios para un laboratorio de neuropatología que incluye: microscopio con incorporación de sistema de captación de imá-

genes, microtomo de deslizamiento vertical, microtomo de deslizamiento horizontal para cortes hemisféricos, baños y procesadores de parafina, criostato, vibratomo, neveras, congeladores, almacén para muestras de formol, archivadores de bloques y archivadores de parafina.

Así mismo, necesita ordenadores con lector de disco y scanner, y adquisición de software de archivo y procesamiento de datos.

9.1.3. Gastos de funcionamiento ordinario

Son variables dependiendo del tamaño del banco.

9.2. Otros bancos (músculo, tumores, ADN)

Las necesidades de personal y de equipamiento son variables dependiendo del número de muestras. En cualquier caso, es apropiada la visita a centros con instalaciones funcionantes antes de montar el propio banco.

Quizas no está de más enfatizar que la figura clave en un banco de tejidos neurológicos es un **neuropatólogo** formado con la debida experiencia en anatomía patológica, neurología y neuropatología. El neuropatólogo es el especialista que da consistencia y rigor a la manipulación, conservación y diagnóstico de las muestras. Un error en esta parte fundamental de la cadena de colaboraciones que implica un banco de tejidos neurológicos inutiliza cualquier investigación posterior sobre muestras humanas.