

Entre los túbulos seminíferos que producen los espermatozoides se encuentran las *células intersticiales* que producen y secretan las hormonas sexuales masculinas (andrógenos) como *testosterona*. Si los testículos permanecen en la cavidad abdominal, en lugar de descender al saco escrotal, los túbulos seminíferos degeneran y el hombre es estéril, pero sus células intersticiales son normales y secretan una cantidad normal de testosterona.

Las células de los ovarios que producen y secretan las hormonas sexuales esteroides son las células que revisten la cavidad del folículo y las células del cuerpo amarillo, formadas de estas células después de la ovulación. Los ovarios secretan dos tipos de hormonas sexuales femeninas, estrógenos como *estradiol y progesterona*. El estradiol regula los cambios corporales que se producen en la mujer en la época de la pubertad o madurez sexual: ensanchamiento de la pelvis, desarrollo de los senos, crecimiento púbico y los genitales externos, cambio en la calidad de la voz y comienzo del ciclo menstrual. La progesterona es necesaria para la terminación de cada ciclo menstrual, para la implantación del óvulo fecundado en útero y para el desarrollo de los senos durante la gestación.

De las siguientes hormonas, mencionar su origen y su efecto fisiológico.

- 1) Hormona del crecimiento. _____

- 2) FSH _____

- 3) LTH _____

- 4) Oxitocina _____

- 5) Tiroxina. _____

- 6) Insulina _____

- 7) Glucagon _____

- 8) Parathormona _____

13-6 ANORMALIDADES ENDOCRINAS.

Las funciones de las glándulas endócrinas son de gran interés para el hombre, pues la falta o el exceso de actividad de estas glándulas puede producir marcados efectos en el cuerpo, estados llamados a veces "enfermedades funcionales", para distinguirlos de las enfermedades infecciosas, causadas por bacterias y otros agentes, y de las enfermedades por deficiencia, causadas por la falta de una vitamina o una sustancia similar. Ciertamente, el hombre se dio cuenta de la existencia de ciertas glándulas endocrinas cuando investigó las causas del mixedema, la diabetes y la tetania.

Mixedema.- Una deficiencia en la cantidad de tiroxina secretada por las tiroides en un adulto produce *mixedema*, (1), caracterizada por un bajo índice metabólico y reducida producción de calor. La temperatura del cuerpo puede descender varios grados por debajo de la normal, por lo que el paciente siente frío constantemente. Su pulso es lento y se muestra física y mentalmente letárgico. Sin embargo, su apetito suele permanecer normal, y como el alimento consumido no es usado al ritmo normal, hay tendencia a la obesidad. La piel se vuelve cérea y entumecida, debido a la deposición de líquido mucoso en los tejidos subcutáneos, y generalmente cae el pelo. El mixedema responde bien a la administración de tiroxina o glándula tiroides desecada. Como la tiroxina no es digerida apreciablemente por los jugos digestivos, puede darse por la boca.

El mixedema es causado por un exceso de actividad o degeneración de la glándula tiroides. Otro tipo de hipotiroidismo resulta cuando la dieta no contiene suficiente yodo para la síntesis de la tiroxina. La glándula tiende a compensar la insuficiencia aumentando de tamaño. El agrandamiento resultante, conocido como *bocio* simple, puede ser una pequeña hinchazón, apenas perceptible tocando el cuello, o una masa grande y desfigurante, de varios kilogramos de peso. Los síntomas que acompañan al bocio se parecen a los del mixedema, pero son más benignos. Este tipo de bocio aparece en lugares en los que el suelo carece de yodo, o en regiones alejadas del mar donde no pueden obtenerse pescados y mariscos (ricos en yodo).

El hipotiroidismo presente desde el nacimiento se conoce como *cretinismo*. Los niños que sufren la enfermedad son enanos de poca inteligencia que nunca maduran sexualmente. Si el tratamiento con tiroxina se inicia temprano, pueden lograrse crecimiento y desarrollo mental normales.

- (1) Cualquier deficiencia de una secreción glandular se indica por el prefijo "hipo", mientras que un exceso de secreción se designa por el prefijo "hiper". Por tanto el mixedema es un tipo de hipotiroidismo.

Bocio exoftálmico.- El hipertiroidismo es resultado de la hiperactividad de una glándula de tamaño normal o de un aumento de tamaño de la glándula misma. En ambos casos, el índice metabólico basal aumenta hasta el doble de lo normal. La producción de calor excesivamente rápida hace que la persona hipertiroidea se sienta incómodamente caliente y transpire profusamente. Como el alimento que ingiere es usado rápidamente, tiende a perder peso aun con una dieta de alto contenido calórico. Alta presión arterial, tensión nerviosa e irritabilidad, debilidad muscular y temblores son síntomas de la afección. Pero probablemente el síntoma más característico en la protusión del globo del ojo, llamada *exoftalmos*, que da al paciente una expresión de mirada fija. El aumento de la glándula como resultado del hipertiroidismo se conoce como *bocio exoftálmico*, para distinguirlo del bocio simple causado por insuficiencia de yodo. Síntomas idénticos pueden ser causados por ingerir sustancia tiroidea o tiroxina las personas normales.

Diabetes.- La insulina aumenta la velocidad con que toman la glucosa de la sangre ciertas células, especialmente células de músculos esqueléticos, y se convierte en glucosa 6-fosfato. Esto reduce la concentración de glucosa en la sangre, aumenta el almacenamiento de glucógeno en los músculos y el metabolismo de glucosa a bióxido de carbono y agua. Una deficiencia de insulina reduce la utilización de glucosa, y las resultantes alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos producen cambios en el metabolismo de las proteínas, las grasas y otras sustancias.

La hipofunción del páncreas en la diabetes causa dificultad en la utilización de glucosa, elevada concentración de glucosa en la sangre y excreción de grandes cantidades de glucosa en la orina, porque la concentración en la sangre supera el umbral renal. Se requiere más agua para excretar este azúcar, aumenta el volumen de orina y el paciente se deshidrata y siente sed. Los tejidos, incapaces de obtener bastante glucosa de la sangre, convierten la proteína en carbohidrato. Gran parte de éste es también excretado y hay una progresiva pérdida de peso. Los depósitos de grasa son movi-

lizados y se metabolizan los lípidos. El incremento de la oxidación de las grasas provoca una acumulación de ácidos grasos incompletamente oxidados. Estos *cuerpos cetónicos* son volátiles y tienen un sabor dulce, que da al aliento de los diabéticos su olor característico peculiar. Los cuerpos cetónicos son ácidos y deben ser excretados en la orina, causando acidosis (reducción de la reserva alcalina de los líquidos corporales).

La diabetes no tratada es finalmente mortal a causa de la acidosis, la toxicidad de los cuerpos cetónicos acumulados y la continua pérdida de peso. La inyección de insulina alivia todos los síntomas diabéticos: el paciente puede utilizar normalmente los carbohidratos y desaparecen los otros síntomas. La acción de la insulina solo persiste corto tiempo por lo que son necesarias inyecciones repetidas. La insulina no "cura" la diabetes, porque el páncreas no empieza a secretar su hormona de nuevo, pero las inyecciones continuas de ella, impiden la aparición de los síntomas y capacitan al diabético para hacer una vida normal. No se sabe por qué el páncreas cesa de secretar cantidades adecuadas de insulina, pero hay una base hereditaria en la diabetes.

Si en el tratamiento de la diabetes, se inyecta demasiada insulina, el nivel de azúcar en sangre desciende drásticamente y el paciente sufre choque. Las células nerviosas del cerebro requieren cierto nivel de glucosa para su funcionamiento normal; si este nivel no se mantiene, se irritan, y pueden producirse convulsiones, inconsciencia y muerte. Hay raros casos de aumento de tamaño del páncreas debido a tumores, que producen tanta insulina que los pacientes sufren ataques recurrentes de convulsiones e inconsciencia. Estos pueden ser aliviados comiendo dulces, pero la afección solo se cura por extirpación quirúrgica de parte del páncreas.

Enfermedad de Addison.- La enfermedad humana resultante de insuficiente secreción de la corteza adrenal fue descrita en 1885 por el médico inglés Tomás Addison. La *enfermedad de Addison* es causada usualmente por una infección tuberculosa o sifilítica de la corteza que destruye sus células. Se caracteriza por baja presión arterial, debilidad muscular,

trastornos digestivos y aumento de la excreción de sodio y cloruro en la orina, aumento de la concentración de potasio en los líquidos y células corporales y un bronceado peculiar de la piel causado por la deposición del pigmento *melanina*.

Hipo e hiperpituitarismo.- La importancia de la hipófisis en la economía corporal se demuestra por los síntomas resultantes de extirpar experimentalmente la glándula. Animales jóvenes cuya hipófisis es extirpada cesan inmediatamente de crecer y nunca alcanzan la madurez sexual. Si se opera a adultos, machos y hembras muestran una regresión de los órganos reproductores, tiroides y la corteza adrenal. Cuando se inyectan extractos hipofisiarios en animales jóvenes normales, se estimula el crecimiento y alcanzan la madurez sexual en una edad temprana. La corteza adrenal, la tiroides y los órganos sexuales responden creciendo mucho anormalmente y secretando en exceso.

Los gigantes se han conocido desde el comienzo de la historia, pero hasta 1860 no se correlacionó el crecimiento con un aumento de tamaño de la hipófisis. La primera hormona de esta glándula que se descubrió fue la *hormona estimulante del crecimiento*, aislada finalmente como proteína pura a partir de extractos de glándulas hipofisiarias de buey en 1944. Esta hormona controla el crecimiento general del cuerpo, y especialmente el crecimiento de los huesos largos. En consecuencia, cuando la hipófisis está hiperactiva durante el período de crecimiento, hay una aceleración general del proceso, que resulta en una persona muy alta, aunque bastante bien proporcionada. Muchos gigantes de circo son de este tipo. Si la hipófisis es hipoactiva durante el período de crecimiento, el resultado es una persona pequeña, normalmente proporcionada, conocida como *enano*. La hipersecreción de hormona del crecimiento normal produce un estado conocido como *acromegalia*. Como en esta época la mayoría de las partes del cuerpo han perdido su capacidad para crecer, solo se desarrollan las manos, los pies y los huesos de la cara. Las manos y los pies aumentan de tamaño toscamente, las quijadas crecen anormalmente en longitud y anchura, y los bordes óseos de los ojos y las mejillas aumentan de tamaño. (Fig. 13-4).



Fig. 13-4. Ejemplos de Hiper e Hiposecreción de la Hipófisis.

a) Explique las principales anomalías endocrinas en el hombre.

13-7. VITAMINAS.

Uno de los logros más meritorios dentro de la bioquímica en el curso del presente siglo, ha sido el descubrimiento de las vitaminas y el análisis de sus propiedades y funciones en el metabolismo. Las vitaminas son compuestos orgánicos relativamente sencillos; aunque la pequeña cantidad necesaria de las mismas no puede ser utilizada como fuente de energía, son, por otra parte, absolutamente indispensables para la existencia. Las diversas vitaminas difieren por completo desde el punto de vista químico, pero se parecen por el hecho de que no pueden ser elaboradas por el animal, de manera que tienen que estar presentes en el régimen alimenticio, incluso en pequeñas cantidades, para que el metabolismo se produzca normalmente. Hay dos grupos principales de vitaminas: las solubles en grasas o solventes lípidos, *vitaminas liposolubles* (A, D, E, y K) y en las fácilmente solubles en agua, *vitaminas hidrosolubles* (C y complejo B). Si la cantidad de alguna de ellas es suficiente, aparecen un cuadro patológico específico, o sea una enfermedad por carencia, curable solo mediante la administración de la vitamina

específica deficiente.

En el año 1912, los investigadores comprobaron que los animales no podían sobrevivir con regímenes compuestos de hidratos de carbono, grasas y proteínas purificadas, sino que necesitaban unos factores accesorios del crecimiento llamados vitaminas. En un principio se desconoció la naturaleza química de estas sustancias, de modo que se adoptó la nomenclatura sucesiva de vitaminas A, B y C, que respectivamente evitaban la ceguera nocturna y el raquitismo, el beriberi y el escorbuto. En la actualidad se ha logrado conocer la composición química de casi todos los componentes vitamínicos y aún se han logrado sintéticamente bastantes de ellos. Las vitaminas que originalmente se llamaron A y B son en realidad complejos de varias; la A se subdividió en A, D y E, en tanto la B consiste en unas 12 diferentes. Las vitaminas de las cuales hoy se sabe la composición, comúnmente se denominan según la nomenclatura química. Por ejemplo, se dice ahora tiamina mejor que vitamina B.

El adulto que absorbe alimentos variados no necesita tomar píldoras vitamínicas, pues ingerirá las mismas en suficiente cantidad proporcionadas en la comida. Los lactantes y niños mayores, cuyos regímenes son más restringidos, podrán necesitar algunas cantidades complementarias de ciertas vitaminas, especialmente A y D. Las necesidades vitamínicas de los animales no son las mismas; muchos no necesitan vitaminas C, puesto que tienen facultad de elaborarla; solo al ser humano, monos y cobayos les es imprescindible en sus alimentos. A los insectos les hace falta únicamente el colesterol y el complejo B en su alimentación.

VITAMINAS LIPOSOLUBLES.

Vitamina A.- La vitamina A se halla presente solo en productos animales como mantequilla, huevos y aceites de hígado de pescado, pero los vegetales contienen una sustancia oleosa, llamada *caroteno*, la cual puede desdoblarse para producir dos moléculas de vitamina A dentro de las células animales. La propia vitamina A es liposoluble y puede ser alma-

cenada en el organismo humano, especialmente en el hígado. El requerimiento diario para un adulto es de 1.5 mg (5,000 unidades internacionales); en un niño menor de tres años es de 0.6 mg, cantidades intermedias para niños mayores.

Esta vitamina es necesaria para la conservación de las células epiteliales de la piel, ojo, vías digestivas y aparato respiratorio. Se almacena en el hígado. En la avitaminosis A, esas células se aplanan, se hacen frágiles y presentan menos resistencia a la infección que en condiciones normales (por lo mismo se ha llamado a la vitamina A "antinfec-ciosa"). En caso avanzado de carencia el epitelio ocular forma una película seca y dura sobre la córnea, la que causa un tipo característico de ceguera llamado *xeroftalmía*. También la vitamina A resulta esencial para conservar el funcionamiento adecuado del tejido óseo y del esmalte de los dientes. Participa en el proceso químico de la visión, de modo que la *ceguera nocturna* (dificultad de ver con luz tenue), puede ser resultado de avitaminosis A. Los bastones de la retina contienen una sustancia llamada *rodopsina* (púrpura visual), compuesta de retineno, derivado de la vitamina A, y una proteína llamada opsina. La rodopsina es desdoblada en retineno y opsina por una reacción química desencadenada por la luz, la cual estimula las células receptoras para enviar un impulso al cerebro que resulta en sensación de vista.

Vitamina D.- La vitamina D es otra vitamina liposoluble, con la característica única de que puede elaborarse en el organismo por el estímulo de la luz solar (por lo mismo ha sido llamada la vitamina del sol) sobre el ergosterol, normalmente presente en la piel. La vitamina D se encuentra en los aceites de hígado, grasas animales, huevos y leche; todo exceso elaborado a nivel cutáneo durante los meses de verano se almacena en el hígado.

Unos 10 compuestos relacionados estructuralmente poseen grados variables de potencia de vitamina D; uno de los más potentes es el llamado *calciferol*. La vitamina D representa un papel en el movimiento de los iones de calcio por las membranas, quizá estimulando la síntesis de una proteína específica requerida en el proceso de transporte. Para niños y adultos se recomienda 0.02 mg de vitamina D por día. Cuando