

**LA HISTORIA CIENTIFICA DEL  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA ALTURA DE  
LA UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA A LOS 35 AÑOS  
DE SU FUNDACION.**

**Gustavo F. Gonzales, Roger Guerra-García y Francisco Sime**

**Instituto de Investigaciones de la Altura y Departamento de Ciencias Fisiológicas. Universidad Peruana Cayetano Heredia.**

## **RESUMEN**

En esta revisión se presenta los orígenes, la estructura y el funcionamiento del Instituto de Investigaciones de la Altura. El IIA inició sus actividades el 22 de Septiembre de 1961, y fué la primera Unidad de la Universidad Peruana de Ciencias Médicas y Biológicas (hoy Cayetano Heredia) que empezó a funcionar. Desde su fundación, el IIA se ha caracterizado por realizar investigación de carácter multidisciplinario. Los programas de investigación se realizan tanto a nivel del mar como a diferentes alturas. Sus investigaciones han permitido conocer mejor la fisiología y patología del hombre andino, y nos llevan a concluir que el hombre que en la actualidad reside en los Andes centrales no se encontraría adecuadamente adaptado a la altura.

**Palabras claves:** Instituto de Investigaciones de la Altura, Historia, Fundación

## **SUMMARY**

This review presents data about origin, organization and function of the Instituto de Investigaciones de la Altura. The Institute began activities on 22 September, 1961, and it was the first Unit of the Universidad Peruana de Ciencias Médicas y Biológicas (now, Cayetano Heredia) that started functioning that date. Since foundation, IIA has been characterized for multidisciplinary research. Research programmes have been performed at sea level and at different altitudes. Results of research programmes have allowed to know better physiology and pathology of andean human beings concluding that men residing at high altitude seem to be not adequately adapted to high altitude.

**Key words:** Instituto de Investigaciones de la Altura, History, Foundation.

## **INTRODUCCION**

El Instituto de Investigaciones de la Altura (IIA) fué el primero que se creó de los ahora 7 Institutos de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

1. Instituto de Investigaciones de la Altura
2. Instituto de Medicina Tropical
3. Instituto de Estudios de Población
4. Instituto de Genética
5. Instituto de Gerontología
6. Instituto de Estudios Filosóficos
7. Instituto del Hombre e Historia Natural

El IIA depende del Vice-Rectorado Académico, y en su organización y funciones se rige por el Estatuto y el Reglamento General de la Universidad, así como por su Reglamento Interno, mediante los cuales desarrolla su vida académica, de investigación, y de servicio.

Gobierna al IIA el Director y el Comité Directivo. El Director, se encarga entre otros, del desarrollo académico y de investigación del Instituto, y tiene un Director Adjunto que entre otras funciones,

se encarga del manejo administrativo de la Institución.

Actualmente tiene 6 Unidades operativas que son las Unidades de Investigación y los Laboratorios de Investigación, que son la Unidad de Reproducción, la Unidad de Transporte de Oxígeno, la Unidad de Neurociencias, la Unidad de Morfología y Genética, el Laboratorio de Endocrinología, y el Laboratorio de Gastroenterología, en los cuales se desarrollan las investigaciones en las respectivas áreas de su competencia. Cuenta con una biblioteca especializada.

Desde su fundación, el IIA se ha caracterizado por realizar investigación de carácter multidisciplinario. Los programas de investigación se realizan tanto a nivel del mar como a diferentes alturas. A nivel del mar en la ciudad de Lima a 150 msnm, cuenta con un local, y en la altura, en la ciudad de Cerro de Pasco a 4340 msnm cuenta con otro local en los cuales se realizan labores de investigación, de docencia, y de proyección a la comunidad. En otros lugares, en donde la Universidad no cuenta con ambientes, se solicitan facilidades a las entidades locales que tienen hospitales, laboratorios o campamentos, tal como sucede y/o ha sucedido en las localidades de

Puente Piedra e Infantas (nivel del mar), Arequipa (2300 m), Cajamarca (2400 m), Ayacucho (2800 m), Huancayo (3280 m), Cusco (3400 m), La Oroya (3800 m), Puno (3800 m), Milpo (4100 m), Colquijirca (4200 m), Morococha (4540 m), Río Pallanga (4600 m) y Ticlio (4848 m); igualmente se han realizado estudios en las ciudades de Pucallpa (Ucayali), y de Iquitos (Loreto) en la selva del Perú.,

## ORIGEN

En 1961 en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos culmina una crisis determinada por el enfrentamiento entre estudiantes y profesores de la Facultad de Medicina de San Fernando, donde los primeros deseaban incorporar el co-gobierno con el tercio estudiantil, en tanto que los segundos apoyaban la participación de los estudiantes en una proporción menor y basados en su excelencia académica. Alberto Hurtado (1956-1960) y Honorio Delgado (1961), los dos últimos decanos de la Facultad de Medicina de San Fernando de entonces, son los líderes del movimiento que deviene en la renuncia masiva de más de cuatrocientos profesores y fundan una nueva escuela médica, inicialmente llamada Universidad de Ciencias Médicas y Biológicas, que posteriormente se transforma en Universidad Peruana Cayetano Heredia, caracterizada desde su inicio por la docencia, la asistencia médica y la investigación de alto nivel.

Junto con la Universidad se forma, como parte de ella, el Instituto de Investigaciones de la Altura. Este Instituto viene a ser el símil del Instituto de Biología Andina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, fundada en la década del treinta por el profesor Carlos Monge Medrano y el profesor Alberto Hurtado. En el Instituto de Investigaciones de la Altura el Dr. Alberto Hurtado desarrolla una intensa actividad de investigación con sus más cercanos colaboradores, entre los que destacan Javier Arias-Stella, Dante Peñaloza, Federico Moncloa, Luis Sobrevilla, Julio Cruz, Eduardo Pretell, entre otros. En esa época dirigía el Instituto otra insigne figura, el Dr. Humberto Aste-Salazar.

El IIA fue creado con la Universidad Peruana de Ciencias Médicas y Biológicas, hoy UPCH, el 22 de Setiembre de 1961 y fue el primer estamento universitario que entró en funcionamiento, gracias a los recursos obtenidos por el Profesor Hurtado a través de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de los Estados Unidos de Norte América.

Desde su creación hasta la actualidad ha mantenido su denominación, como parte medular de uno de sus objetivos, que es desarrollar investigación orientada a la vida en la altura.

En sus inicios dirigió el Instituto el profesor Alberto Hurtado, por un período de un año (1961-1962). El primer Director electo fué el Dr. Humberto Aste Salazar.

## INVESTIGACION

De acuerdo al Reglamento del IIA, la investigación es el fin primordial del Instituto.

La investigación en el IIA no es de generación espontánea, se nutre de manera sustancial e importante de la labor de investigación científica que se desarrolló en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, principalmente en la década de los años 1950 a 1960.

En este lapso en San Marcos se hace investigación en tres modalidades, una de ellas, investigación clínica en sus diversas cátedras y en los hospitales de Lima. Es una investigación que se realiza en parte por los alumnos que habían terminado sus estudios médicos como obligación para preparar la tesis para graduarse de bachiller en medicina y en parte por los profesores, generalmente a iniciativa personal. Simultáneamente a esta modalidad clásica de investigación en esta década aparecen grupos de médicos que sienten la necesidad de realizar una investigación biomédica ordenada, seria, con protocolos de trabajo previamente elaborados para ser discutidos y realizados en grupo, aprovechando la ayuda que daban los recientes contribuciones de la ciencia y tecnología médica; tiene una visión prospectiva, con un sentido utilitario de aplicación de los resultados para resolver los problemas de salud nacional.

La tercera modalidad de investigación desarrollada en la Universidad de San Marcos data desde los años treinta, cuando se crea el Instituto de Biología Andina (IBA), inicialmente como Instituto Nacional de Biología Andina, y posteriormente de Instituto de Biología Andina, adscrita a la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este Instituto fue creado y liderado por Carlos Monge Medrano, quien llegó a tener un seguidor con brillo propio, Alberto Hurtado, quien al retiro de Monge Medrano, dirigió el Instituto. A inicios del año 1950 se había conformado una masa crítica importante constituida por médicos jóvenes, muy bien capacitados que trabajaban en el IBA a tiempo completo y algunos en el régimen a dedicación exclusiva para investigación, lo cual era singular en el Perú.

Caracteriza al IBA su actividad en investigación biomédica de la vida en las grandes alturas comparativamente con la de nivel del mar. Las investigaciones realizadas y las publicaciones emanadas entre 1950-1954 constituyen el cimiento de lo que ha

devenido en llamarse la Escuela Peruana de Medicina de Altura, lo cual permitió obtener importantes donativos de entidades norteamericanas como el de la U.S. Air Force. Por la producción entre los años 1955-1960 de los investigadores del IBA, se consolida a nivel mundial el conocimiento médico de que la vida en las grandes alturas constituye un nuevo campo para la investigación biomédica, lo cual se ve reforzado por otras investigaciones que se realizaban en aquella década motivadas por la conquista del espacio por el hombre, tanto en los Estados Unidos de Norte América, cuanto en la Unión Soviética.

Entre los años de 1955 a 1961, en el IBA el grupo de investigación de la altura continúa creciendo con el regreso de su entrenamiento de post-grado de jóvenes investigadores que recibieron becas de la Fundación Rockefeller y de los Institutos Nacionales de Salud de Norte América (NIH). El tema de investigación de los efectos de la hipoxia crónica sobre los diferentes órganos y sistemas del cuerpo humano en particular y sobre los mamíferos y otros seres de la escala animal constituyen la principal motivación de investigación. De esta manera a mediados del año 1961 el IBA tiene un excelente grupo de médicos capacitados y entrenados para la investigación biomédica en diferentes áreas, dirigido por el Dr. Alberto Hurtado, líder consagrado a la investigación en las grandes alturas.

Es en esta situación en que se encontraba la investigación en altura, con un líder de talla mundial, una importante masa crítica, y un importante aporte para la investigación por organismos internacionales, que se produce la dramática situación en la Universidad Nacional de San Marcos, que motiva la renuncia masiva de más de cuatrocientos profesores, y la creación de la Universidad Peruana de Ciencias Médicas y Biológicas. Al crearse esta nueva universidad, de carácter privado, es la investigación científica su estandarte, y el grupo de investigadores del IBA que está en plena actividad, en su mayoría pasan a formar parte de la naciente universidad y se reúnen en el nuevo Instituto de Investigaciones de la Altura. De esta manera nace con la hoy Universidad Peruana Cayetano Heredia, el actual Instituto de Investigaciones de la Altura.

El IIA no ha sido una institución estática que se ha mantenido en sus moldes iniciales, sino que más bien ha sido un ente dinámico, que ha ido evolucionando y desarrollando sus actividades de acuerdo a las condiciones de su entorno, y del avance de las ciencias que ha ocurrido en el mundo. Ello le ha permitido mantener una importante interrelación con numerosos centros en el mundo. Así, al momento de su creación el Instituto de Investigaciones de la altura estaba conformado por laboratorios en una distribución tipo

parcelar o topográfica, en tanto que en la actualidad está conformado mayormente por Unidades con la finalidad de establecer un carácter integrativo de diversas disciplinas dentro de una área de estudio en común.

Como otras instituciones el IIA no ha estado ajena de haber desarrollado disciplinas donde el o los líderes, a su retiro no dejara herencia discipular, y por ello se han suprimido algunas áreas de trabajo.

Al momento de su creación el Instituto de Investigaciones de la Altura tiene como Director al profesor Alberto Hurtado y cuenta con ocho Laboratorios: Respiración, Cardiología, Patología, Hematología, Bioquímica y Nutrición, Endocrinología, Nefrología y Oncología; de estos laboratorios el de Hematología y el de Bioquímica y Nutrición se fueron desactivando por el retiro y/o viaje al extranjero de sus miembros y por jubilación o fallecimiento del Jefe, quedando así seis Laboratorios en el IIA. En los años setenta, el Comité Directivo del IIA aprobó la creación de los Laboratorios de Inmunología, Gastroenterología y de Esfuerzo Físico. En la actualidad de los tres, continúa activo el de gastroenterología.

En la década de los noventa se conforman Unidades de Investigación, y se crean las Unidades de Reproducción, la de Neurociencias, y en base al Laboratorio de Patología, se conforma el de Morfología y Genética. Los laboratorios de Respiración, Cardiología y transporte de oxígeno se consolidan en la Unidad de Transporte de Oxígeno. El Laboratorio de Endocrinología mantiene su denominación. Todas estas unidades y Laboratorios continúan activos.

## INFRAESTRUCTURA FISICA

### LOCAL EN LIMA

El inicio de las actividades médicas y de investigación en el IIA fueron difíciles por la falta de infraestructura, facilidades y apoyo financiero, pero los grupos de investigación aprovecharon el tiempo para dar forma final a una serie de publicaciones las cuales se publicaron a partir del año 1962. Por esta misma época por existir dos Institutos de investigación sobre la misma temática, el IIA y el IBA, las actividades son competitivas, y con alguna duplicación de esfuerzo. Esta situación ulteriormente desaparece al establecer los dos Institutos sus áreas prioritarias de investigación en tal forma que no se interfieran entre ellos; así, en el IIA se desarrolló la cardiología, la endocrinología, la nefrología y la patología, en tanto que en el IBA fueron activas las áreas de hematología, nutrición y respiración.

Al crearse el IIA, su primer local estuvo en el Hospital Arzobispo Loayza en el lugar donde funcionaba el antiguo auditorio. Al inicio de las actividades del IIA en este local, por estar casi vacío, se le llamó familiarmente "La Pampa". En este ambiente se trabajó hasta 1969, cuando al inaugurarse el Hospital del Rimac (hoy, Hospital Nacional Cayetano Heredia), el IIA traslada la mayoría de sus laboratorios al actual edificio construido especialmente para investigación. En el Hospital Loayza se quedan los Laboratorios de Cardiología y Patología.

Esta etapa es considerada por sus protagonistas como de "renovación universitaria" según expresa Homero Silva en su Memoria de Rector (1977-1982), y en ella la Universidad inicia la construcción de la infraestructura física, lo que hace posible que en 1968 la Universidad se traslade del viejo local de Belén, en el que funcionó desde su fundación, al edificio que actualmente ocupa. Además, a través de un convenio con el Ministerio de Salud y Asistencia Social, se logra la asignación del Hospital del Rimac como centro docente de la Universidad. Todo ello permite un funcionamiento coherente en concordancia con los objetivos de la Universidad.

Es así, que la UPCH desarrolla sus actividades en una zona de bajos recursos económicos lo que permite tener influencia en este importante segmento de la población. La cohesión de un Edificio Central para la docencia, un Hospital Docente para docencia y asistencia y un Instituto de Investigaciones en el área hospitalaria son propicios para la expansión académica de la Universidad.

La investigación sin embargo no es exclusiva a los Laboratorios del IIA. También se desarrolla investigación en los diferentes departamentos académicos de la UPCH.

Al crearse la Universidad Peruana de Ciencias Médicas y Biológicas y el IIA en 1961, se había solicitado y logrado que la Sociedad de Beneficencia Pública de Lima (SBPL) recibiera y administrara los donativos que en aquella época se habían conseguido. Esta decisión permitió la administración de los donativos iniciales al IIA, en particular de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos de Norte América, necesarios para realizar las investigaciones planeadas. La SBPL continuó por 3 años más administrando los fondos de los donativos, lo cual cesó cuando la Universidad adquirió la organización administrativa necesaria para manejar los fondos.

Posteriormente, la Universidad de manera lenta pero segura ha ido perfeccionando su sistema de administración de los fondos particularmente provenientes de organismos internacionales. La administra-

ción de estos recursos han sido convenientemente auditados por los organismos donantes, como es el caso de la Organización Mundial de la Salud, quien en 1995 envió a su auditor para verificar el manejo de los fondos, generando un informe satisfactorio.

## LOCAL EN CERRO DE PASCO

El fin del IIA es el de realizar investigación en la altura en sus diversas modalidades, aquellas referidas a la exposición aguda, a la exposición crónica y a la exposición intermitente a la altura, y la que acontece en los nativos de la altura.

Ello ha determinado la necesidad de mantener un centro de operaciones en zonas de altura. Así como el Instituto de Biología Andina determinó centro de sus actividades de investigación en la altura a Morococha ubicado a 4500 metros de altura, donde se construyó un local donde se instalaban los laboratorios, y los dormitorios para los investigadores, el IIA determinó como su centro de operaciones a la ciudad minera de Cerro de Pasco ubicada a 4340 metros de altura.

Este Laboratorio se ubica en la sierra central a 300 kilómetros de Lima, cuyo acceso es posible tanto por la carretera central como por vía ferroviaria, donde se llega después de un viaje que dura de cinco a siete horas. La ciudad de Cerro de Pasco, es una ciudad minera enclavada en la zona más alta de la meseta de Bombón y cuyos pobladores se mantienen y superviven desde el descubrimiento de sus yacimientos por el año de 1630, por un nativo llamado Huari-Capcha, pastor de ovejas que de casualidad una noche formó una hoguera para calentarse y observó como las piedras se fundían en brillantes hilos de plata. Años después la ciudad de Cerro de Pasco, fue famosa en el mundo entero y desde entonces se puede entender que solamente una causa poderosa ha podido reunir a los antepasados de los nativos actuales para habitar esas zonas tan inhóspitas donde la vida se permite gracias a la cercanía que tiene el país a la zona ecuatorial, y no es otra que la presencia de ricas vetas de mineral a despecho de que sus tierras prácticamente no producen nada en su superficie.

Desde 1630, habitantes de las zonas bajas emigran en busca del preciado mineral. Según el censo de 1850 la población que allí habitaba era de 5 a 6 mil habitantes. En 1981 el censo arroja una cifra de 155,000 habitantes para la ciudad de Cerro de Pasco entre nativos y foráneos nacionales.

Esta característica minera de la zona de Cerro de Pasco ha permitido a la UPCH lograr un local propio. Inicialmente las investigaciones se desarrollaban en un ambiente cedido por el Hospital Daniel

Alcides Carrión en la zona central de la ciudad de Cerro de Pasco. Es en estas circunstancias que la Cerro de Pasco Corporation (hoy Centromin Perú) decide realizar trabajos de excavación para extracción de minerales en la zona donde se ubica el Hospital y ofrece construir un nuevo local para el Hospital y para el Instituto de Investigaciones de la Altura en la ciudad nueva de San Juan Pampa.

Por ironías del destino, es el local del IIA el que se construye antes que el del Hospital y es cedido por los directivos de la Cerro de Pasco corporation a las autoridades de la Universidad Peruana Cayetano Heredia en ceremonia pública; sin embargo la tramitación de la documentación que respaldara la propiedad de la Universidad en los Registros Públicos no se realizó, por lo que durante muchos años hubo incertidumbre sobre la propiedad, y ante las intenciones de algunas autoridades del Hospital Daniel Alcides Carrión ubicado colindante al local del IIA, de tomar posesión del mismo, las autoridades del IIA y de la U.P.C.H realizan las gestiones necesarias para conseguir la propiedad definitiva de dicho local, que ocurre recién en 1998 con una resolución emanada por el Alcalde de Cerro de Pasco, quien hizo entrega de la misma al Dr. Gustavo Gonzales, Director del IIA, el 2 de Julio de 1998.

En este laboratorio se han desarrollado innumerables investigaciones tanto por investigadores de la U.P.C.H como por investigadores de otras instituciones nacionales e internacionales. Su vecindad con el Hospital Daniel Alcides Carrión ha permitido desarrollar una serie de estudios con médicos de dicho hospital y tener un mejor conocimiento de la problemática de salud del habitante de Cerro de Pasco.

### CONTRIBUCION A LA INVESTIGACION EN ALTURA

En cada uno de los Laboratorios del IIA se han realizado investigaciones en el campo de su especialidad. En general, se han estudiado los múltiples mecanismos adaptativos que tiene el hombre andino para poder vivir en condiciones fisiológicas; de la misma manera se están estudiando los mecanismos que condicionan que los residentes de la altura pierdan su adaptación a la hipoxia crónica.

A continuación se presenta un resumen descriptivo de los aportes más importantes realizados por la Unidades y Laboratorios del Instituto.

### UNIDAD DE TRANSPORTE DE OXIGENO

Esta Unidad está conformada por los

Laboratorios de Respiración, de Cardiovascular, y de Transporte de Oxígeno.

En el Laboratorio de Respiración el Prof. Alberto Hurtado desarrolla su teoría que la desadaptación crónica a la altura se debía a la pérdida de la sensibilidad del centro respiratorio al estímulo con  $\text{CO}_2$ . Aste Salazar y Hurtado confirman la desviación hacia la derecha de la curva de disociación de la hemoglobina en los habitantes de las grandes alturas. En este mismo laboratorio, discípulos del Prof. Hurtado, trabajando con profesores norteamericanos demostraron que los nativos y residentes de las grandes alturas tienen el centro respiratorio con función normal y más bien presentan insensibilidad de los quimiorreceptores periféricos al estímulo hipóxico.

En el Laboratorio de Cardiovascular, el Prof. Dante Peñaloza, Francisco Sime, Luis Ruiz, y col. han realizado importantes contribuciones. Los estudios hemodinámicos, tanto en reposo como durante el ejercicio, para investigar la circulación pulmonar han demostrado que en reposo en las grandes alturas hay hipertensión pulmonar la cual es ocasionada por el incremento de las resistencias pulmonares, sin que haya anormalidad en el débito cardíaco. Las cifras de la presión pulmonar son más elevadas cuanto menor es la edad y cuanto mayor es la altura; hay mayor trabajo ventricular derecho. Todos estos hallazgos son debidos a un incremento en la musculatura de la arteria pulmonar.

Durante el ejercicio en la altura se observa insaturación arterial la cual es función directa de la altitud y de la magnitud del ejercicio, y ocasiona hipoxia aguda la que sumada al efecto de la hipoxia crónica y a la estructura arteriolar pulmonar, produce vasoconstricción arteriolar pulmonar y un mayor grado de hipertensión pulmonar que el observado a nivel del mar.

En la altura, se ha comprobado una mayor incidencia de persistencia del conducto arterioso, la cual es función directa de la altitud en que ocurre el nacimiento. Sime y col. han observado además que el ductus arterioso en la altura tiene mayor diámetro y que éste también es función directa de la altura.

Peñaloza demostró que los casos de desadaptación crónica a la altura son casos de cor pulmonar crónico de tipo hipóxico. Este trabajo que fué su tesis doctoral, por su trascendencia se hizo merecedor del Premio Especial Hipólito Unanue, 1969.

Se ha demostrado que el edema agudo de pulmón por exposición aguda a la altura, no es de etiología cardiogénica.

Los estudios epidemiológicos de este grupo han permitido demostrar una menor prevalencia de hipertensión arterial, menor prevalencia de factores de riesgo de enfermedad coronaria, menor incidencia de diabetes mellitus, de hiperlipidemia y dislipidemia, de sobrepeso corporal, de tabaquismo; todos estos factores contribuyen también para que en la altura haya una menor incidencia de infarto miocárdico.

En el campo de la desadaptación crónica a la altura se ha encontrado una disminución con el envejecimiento de la ventilación pulmonar en la altura, y que durante el sueño en la altura se produce insaturación arterial e hipovenitilación pulmonar significativas que colocan al nativo normal de la altura en riesgo de mal de montaña crónico.

Se han realizado estudios en andinos nativos de la grandes alturas de Cerro de Pasco, 4330 m, traídos a nivel del mar y re-estudiados dos años después de permanencia a nivel del mar; en este grupo estudiado se observó que en reposo los valores hemodinámicos eran similares a los residentes del nivel del mar, pero durante el ejercicio hay hipertensión pulmonar lo cual indica que todavía las arteriolas pulmonares conservan parte de su estructura anatómica de la altura, lo cual se comprueba porque un año después de regresar a la altura su hemodinámica es idéntica a la que tuvieron antes de ser traídos a nivel del mar.

El laboratorio de Transporte de Oxígeno bajo el liderazgo de Carlos Monge Cassinelli ha realizado importantes contribuciones en el campo de la biología adaptativa a la altura. Como miembro de más de 20 expediciones internacionales a regiones como los Andes peruanos y los Andes chilenos, en numerosas oportunidades, y a los Himalayas en Nepal en 1985, Monge ha estudiado tópicos tan diversos como fisiología del embarazo, afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, respuesta a la sangría, entre otros. Sus conclusiones han sido siempre que la eritremia de altura no es una adaptación adecuada y que el diseño fisiológico del hombre andino corresponde al diseño de nivel del mar. Su clásica gráfica log-log relacionando el P50 al peso animal permite diferenciar estos dos grupos de animales, y muestra que el humano de altura pertenece al grupo de animales de nivel del mar que solo tienen adaptación fenotípica. Estos resultados son extensibles a los animales domésticos que los españoles trajeron a Sudamérica e introdujeron en los Andes.

Carlos Monge Cassinelli estableció una clara diferencia entre animales con adaptación fenotípica y animales con adaptación genotípica, en quienes la selección opera simultáneamente sobre genes que controlan independientemente los complejos procesos fisiológicos de: la ventilación pulmonar, la afinidad de

la hemoglobina por el oxígeno, y la eritremia de altura.

Otro insigne investigador de este grupo, la Dra Fabiola León-Velarde ha realizado trabajos sobre fisiología humana y salud pública en la altura; y en fisiología comparada.

### Fisiología Humana y Salud Pública en la altura:

León-Velarde, conjuntamente con su grupo de trabajo, han demostrado, por medio de estudios epidemiológicos, que el mal de montaña crónico es un problema de salud pública en los Andes del Perú. Adicionalmente, ha corroborado que la edad influye en la aparición del mal de montaña crónico, determinando la prevalencia de este mal en la población y descrito la presencia de patología de las vías respiratorias bajas en la etiología del mal de montaña crónico. Ha mostrado también que con la aparición de la menopausia, la mujer, quien se consideraba muy poco propensa a desarrollar el mal de montaña crónico, se vuelve mucho más susceptible a desarrollar esta enfermedad. Este trabajo es pionero en el estudio de la influencia de la altura en la población femenina con una interpretación fisiopatológica de la Enfermedad de Monge en mujeres.

El humano nacido y residente en la altura presenta sensibilidad ventilatoria pulmonar disminuida. Los trabajos, en colaboración con la Universidad de Oxford, han demostrado que el nativo que desciende a vivir a nivel del mar, presenta sensibilidad ventilatoria pulmonar normal. Esta reversibilidad contradice hallazgos anteriores de otros autores y abren la puerta al estudio de las causas.

Se ha desarrollado, por primera vez en el Perú, la aplicación de una prueba para medir la tolerancia de las personas a la exposición a la hipoxia. Se ha puesto en funcionamiento un laboratorio: «Laboratorio de Diagnóstico de Tolerancia a la Altura» que brinda información, servicio y realiza investigación sobre los problemas relacionados a la adaptación aguda y crónica a la altura.

### Fisiología comparada:

En este campo, se ha descubierto en el pueblo de Taraco, departamento de Puno (4,000 m) una colonia de gallinas que presentan algunas características de las aves propias de la altura: adecuada incubabilidad y alta afinidad de la hemoglobina por el oxígeno. La alta afinidad de la hemoglobina ha sido transmitida a los descendientes incubados a nivel del mar (Lima) lo que asegura el carácter genotípico de este hallazgo. En base a estos resultados se propuso la

hipótesis de adquisición rápida de esta característica genética debida a la intensa selección natural en el ambiente hipóxico de altura. La alta mortalidad de gallinas con hemoglobina de baja afinidad y elevada concentración, contribuiría a la selección del genotipo de alta afinidad.

Es conocido que la industria avícola en la región Andina sufre grandes perjuicios por la incapacidad de las aves domésticas de aclimatarse a la altura. Estas tienen no solo una limitada capacidad para reproducirse en la altura como resultado de su baja incubabilidad, sino que además son susceptibles de adquirir el Mal de Altura en la etapa adulta (enfermedad que merma la producción avícola en la altura). En contraste, las aves nativas de la altura (gallaretas y gaviotas andinas, yanavicos (ibis), huallatas (Ganzo Andino), etc.) son capaces de anidar y reproducirse con gran eficiencia en la altura. Estas, entre otras características, presentan una alta afinidad de la hemoglobina por el oxígeno y no presentan Mal de Altura.

Al respecto conviene señalar que la gallina doméstica oriunda del Viejo Mundo fué introducida en América con la conquista española. Este dato permite afirmar que la adquisición de hemoglobina de alta afinidad (característica ideal para la vida en la altura) se ha llevado a cabo en el corto período evolutivo que corresponde aproximadamente a los 500 años del descubrimiento de América.

Con este descubrimiento, en el futuro, se podría generar, a partir de esta pequeña colonia de gallinas adaptadas genéticamente a la altura, y con alta afinidad de su hemoglobina por el O<sub>2</sub>, una línea de gallinas con capacidad de reproducirse exitosamente en las grandes alturas. Esto podría significar una fuente importante proteica para el habitante de los Andes, quien tiene que recurrir al comercio para poder contar con alimento de este tipo.

Un trabajo sobre la afinidad de la hemoglobina en mamíferos que ocupan el gradiente andino desde nivel del mar hasta la altura, ha mostrado que la afinidad de la hemoglobina varía entre los grupos de nivel del mar de los de altura aún en las mismas especies. Este hallazgo, conjuntamente con el de la gallina Andina, es una demostración que la característica fisiológica de alta afinidad de la hemoglobina por el oxígeno es un parámetro adaptativo más flexible, en su desarrollo en el tiempo, de lo que comúnmente se pensaba.

Miembros del laboratorio de Transporte de Oxígeno han demostrado que el embrión del ave de altura tiene niveles adaptativos en la cáscara y en la membrana corioalantoidea. Los estudios en la cáscara de aves Andinas mostraron como la selección natural

escoge la reducción de la porosidad hasta una altura cercana a 3,000 m para aumentarla luego, regresando a cifras cercanas a nivel del mar. Estos trabajos pusieron en evidencia la competencia biológica entre agua y oxígeno, en donde la primera es favorecida hasta los 3,000 m de altura, y el segundo a partir de esta altura. Los estudios en la membrana corioalantoidea de huevos de gallareta Andina y de nivel del mar, mostraron 2 niveles adaptativos; el primero consiste en una reducción del consumo de oxígeno sin sacrificio del crecimiento embrionario, y el segundo un aumento de la conductancia de la membrana corioalantoidea. Mostraron además, que la cámara de aire del huevo de gaviota andina tiene cifras de presión de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> semejantes a la de los alveolos pulmonares de humanos residentes de alturas equivalentes. Estos hallazgos los llevaron a concluir que el fenómeno difusivo que se da a través de la cáscara del huevo es suficiente para establecer los valores que aparecen en mamíferos y aves adultos utilizando la respiración pulmonar. Señalan que el proceso convectivo pulmonar más bien se ajusta, y no origina, las cifras basales de presiones parciales de los gases alveolares, es el proceso difusivo el que las establece.

Sus estudios del sistema neurovegetativo de altura han mostrado disminución de la sensibilización adrenérgica y aumento de la colinérgica, pero con complejas relaciones entre ellas. El resultado indica disminución del costo metabólico del corazón de altura, que posiblemente explique la baja prevalencia de enfermedades isquémicas agudas en la altura. Estos hallazgos obligan a repensar los conceptos ligados a la farmaco-cinética y a la farmacodinamia en el habitante de altura, pues en presencia de un corazón deprimido, la terapéutica farmacológica debería ser diferente.

Para probar si la alta afinidad de la hemoglobina de mamíferos y aves genéticamente adaptados a la altura se encuentra también en ectotermos, en quienes el frío favorece la adaptación, con Hrvoj Ostojic (biólogo chileno) estudiaron 3 subespecies de bufo de nivel del mar, de 3100 m y de 4540 m de altura. Encotraron que la afinidad es mayor en los bufos de altura, aún a temperaturas de nivel del mar. A temperatura ecológica, la afinidad de los bufos de altura aumenta grandemente. Estos trabajos muestran la sensibilidad de la hemoglobina de experimentar cambios genéticos en relación al ambiente hipóxico aún moderado.

## UNIDAD DE MORFOLOGIA Y GENETICA

La Unidad de Morfología y Genética incluyen al Laboratorio de Patología, al de Cuidados de Animales, y al de Genética.

En el Laboratorio de Patología, el Prof. J. Arias-Stella y sus colaboradores M. Saldaña, S. Recavarren, H. Kruger y Y. Castillo han hecho clásico el conocimiento de que la hipoxia crónica en las grandes alturas contribuye a mantener en las arteriolas pulmonares la hipertrofia de la capa media muscular asociada a la existencia de una potente capa elástica interna y externa. Esta estructura es la que contribuye para que en la altura exista resistencias pulmonares incrementadas e hipertensión pulmonar con la consiguiente hipertrofia ventricular derecha por el mayor trabajo de este ventrículo.

También han contribuido con el estudio del corpúsculo carotídeo al cual lo han encontrado con hiperplasia celular y mayor peso en diversas especies de la altura, siendo la hiperplasia celular y el mayor peso una función directa de la altura; asimismo, han observado que en la altura hay mayor incidencia de tumores del corpúsculo carotídeo (quemodectomas), lo cual ha sido confirmado por otros investigadores, en nuestro país y en el extranjero.

Se han realizado estudios anatómicos del árbol vascular coronario y los resultados de este estudio revelan que en las grandes alturas el árbol arterial coronario tiene mayor número de vasos arteriales y éstos tienen un mayor diámetro interno; éste hallazgo es una contribución muy importante y concuerda con la evaluación epidemiológica de Luis Ruiz y col. que en las grandes alturas, la incidencia del infarto miocárdico es muy baja.

El estudio de placenta en la altura ha permitido demostrar que el peso de la placenta y el cociente placentarios son mayores en la altura; el número de cotiledones es menor; la determinación morfométrica de las vellosidades coriales y de los capilares es mayor en la altura; todos estos hallazgos conducen a que la placenta humana en la altura posea una mayor área para el intercambio gaseoso el cual compensa el estado hipóxico de la madre.

Al realizar estudios en Cerro de Pasco se ha demostrado que el carcinoma epidermoide del cuello uterino tiene una alta incidencia; también parece haber una mayor incidencia de carcinoma de piel y melanoma; en cambio el carcinoma de estómago tiene igual incidencia que a nivel del mar.

El Laboratorio de Cuidado de Animales fue anteriormente el de Oncología, y estuvo dirigido hasta su fallecimiento en 1980 por Pablo Mori Chávez, y actualmente está bajo la jefatura de Máximo Salazar. Los trabajos realizados en este laboratorio han sido proyectados para conocer mejor el desarrollo espontáneo y experimental de las diferentes neoplasias en un ambiente hipóxico natural de las grandes alturas y

la probable relación que pueda existir con el desarrollo de las neoplasias en el hombre andino. Se ha observado que en la altura hay mayor frecuencia de metástasis, de los tumores pulmonares acortándose el periodo de vida.

También se han realizado observaciones de morfometría en particular de algunas glándulas de secreción interna.

## UNIDAD DE REPRODUCCIÓN

Esta Unidad se forma de la base del Laboratorio de Endocrinología, permitiendo la incorporación de biólogos, médicos, psicólogos, obstetras, enfermeras, bioestadísticos y científicos sociales. Se crea en 1989 como Centro Colaborador del Programa de Reproducción Humana de la Organización Mundial de la Salud. Inicialmente es liderado por el Dr. Roger Guerra-García hasta 1995, donde al asumir el cargo de congresista de la República del Perú, asume la batuta el Dr. Gustavo F. Gonzales también Director del IIA desde 1989.

En la Unidad de Reproducción se demuestra que la mujer de la altura tiene una mayor eficiencia reproductiva apesar de que su organismo está diseñado para tener una menor paridad; ésto es, edad de menarquia más tardía, edad de menopausia más temprana, y más prolongada duración de la lactancia materna exclusiva. Gonzales y col. demuestran en base a datos demográficos que la mortalidad neonatal es más alta en la altura que a nivel del mar. El hallazgo de que la lactancia materna no protege tan efectivamente como a nivel del mar contra un embarazo, permitió a este grupo de investigadores obtener el premio Roussel en 1994.

La adrenarquia, fenómeno que parece marcar el inicio de la pubertad, se presenta a una edad más tardía en la altura. Este descubrimiento fue galardonado con el Premio Hipólito Unanue en 1994.

En el recién nacido se ha demostrado que la edad gestacional es menor en la altura y que ésto condiciona una menor saturación arterial de oxígeno durante los primeros minutos de vida con el consecuente menor valor en la evaluación neurológica a las 24 horas de nacido. Ello estaría en directa asociación con el menor puntaje de Apgar en el recién nacido en la altura. Igualmente se ha encontrado que el niño escolar nativo de altura tiene un retardo en la maduración visomotora, y que ello puede tener asociación a un menor rendimiento escolar. Esto mismo se ha observado en hijos de madres adolescentes, trabajo que recibió el Premio del Instituto Nacional del Niño, en 1997.

Recientemente se ha demostrado que la relación testosterona/estradiol estaría implicada en los mecanismos de aclimatación y adaptación a la altura. La caída de la saturación arterial de oxígeno que precede al mal de montaña crónico se debería en parte a un incremento de la relación testosterona/estradiol. Esta relación es cercana a 1 a nivel del mar y de 1.60 en el adulto de la altura y mayor de 2 en el anciano de la altura. Esto implicaría que el nativo de zonas por encima de 4000 m no se encontrarían adecuadamente adaptados para vivir a esas altitudes.

## LABORATORIO DE ENDOCRINOLOGÍA

En sus primeros veinte años, con la sucesiva dirección de Federico Moncloa y Roger Guerra-García ha realizado numerosas e importantes investigaciones en los nativos de Cerro de Pasco (4300 msnm.) y en la exposición aguda a las grandes alturas. Particular interés ha tenido el estudio de la reproducción humana y de algunas endocrinopatías: acromegalia, diabetes mellitus y bocio endémico. También se ha estudiado la función endocrina de especies nativas de la altura como son, los camélidos sudamericanos e histricomorfos (cobayos y vizcachas).

El estudio de la función endocrina del nativo de la altura se ha realizado en recién nacidos (RN), niñez, pubertad y en el adulto de ambos sexos. El RN de altura tiene normales las funciones hipofisiarias, adrenal y tiroidea; su glicemia es similar a la del RN del nivel del mar pero tienen elevados niveles de ácidos grasos no esterificados (AGNE); en la sierra central el RN tiene menor peso y talla, pero en Puno sus valores son similares a los de Lima.

Durante la niñez, los estudios de L.A. Llerena y J. Coyotupa han demostrado que la función hipofisotesticular es normal, pero el crecimiento es de menor magnitud que a nivel del mar; la función hipofisotiroidea es similar.

En la pubertad se observa un retraso en la menarquía en la altura, pero el ciclo menstrual tiene similar duración que en la costa; la glicemia en el púber de la altura es menor que en el costeño y los niveles de adultos de las hormonas LH, FSH y Testosterona se observan más tarde en la altura.

Los endocrinólogos del IIA han demostrado que en el adulto en la altura hay mayores concentraciones sanguíneas de serotonina, hormona de crecimiento y FSH mientras que la LH, Testosterona, y hormonas tiroideas son similares a las del costeño. Sin embargo, el nativo de la altura responde menos a estímulos hormonales como ACTH (Subauste), y glucagón (Calderón y Picón); sin embargo la respuesta a la GnRH,

clomifeno y HCG son normales o de mayor magnitud en la altura; igualmente la sensibilidad a la insulina parece estar incrementada en la altura.

La exposición aguda a las grandes alturas fué tema extensamente estudiado en la década del 60, aunque sólo en varones, en esta situación hay incrementos transitorios de las funciones tiroidea y adrenal. A los diez días de permanencia en la altura hay normalización de la función endocrina.

Queda aún por estudiar en esta situación el rol de la aldosterona y la vasopresina, que otros autores encuentran relacionadas con los síntomas del «sorocche».

Las características de la reproducción humana en las grandes alturas han sido estudiadas desde fines de los 60 por los endocrinólogos del Instituto; José Donayre y Marco García han demostrado que el espermatograma y bioquímica seminal son normales en el nativo de la altura. La FSH tiene mayor concentración que a nivel del mar, y se incrementa más cuando el nativo de la altura ingiere clomifeno o se le inyecta con la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH).

La fisiología y bioquímica de la gestación y el recién nacido fueron estudiados a inicios del 70, y los resultados han sido publicados en un volumen editado por Guerra-García. Se debe destacar de ellos, la demostración por Luis Sobrevilla y colaboradores, de que el feto humano en las alturas de Cerro de Pasco tiene una adecuada oxigenación «in utero»; ello es posible, gracias a los mecanismos de adaptación placentaria estudiados y descritos por los patólogos del IIA; en cambio, hay una considerable hipocapnia que puede influir negativamente como lo señalan estudios posteriores de otros investigadores.

La fecundidad de la población de Cerro de Pasco es normal, así lo demuestran dos encuestas realizadas en un grupo representativo de esa población, que fueron publicadas por el IIA a inicios de los 70.

El laboratorio de Endocrinología estudió en los años 70 algunos aspectos de la patología endocrina; así, Guerra-García y col. han demostrado que la acromegalia es más frecuente en pacientes que provienen o nacieron en lugares elevados y como explicación señala la mayor secreción de hormona del crecimiento que tienen los nativos de la altura, y la posibilidad de que ello lleve en algunos casos a la secuencia de hiperfunción-hiperplasia-tumor, como parece ocurrir con el corpúsculo carotídeo en los nativos de altura. El mismo investigador, con José Solís han demostrado una menor prevalencia de diabetes mellitus en cien mil hospitalizados de Cerro de Pasco, Huancayo y Puno, comparados con los de Lima.

El bocio endémico ocurre en algunas poblaciones de altura y es determinado por la carencia de yodo; desde 1966 Eduardo Pretell viene estudiando sus características y ha desarrollado estrategias para su prevención. Pretell ha estudiado sus efectos sobre el recién nacido, y la profilaxis y tratamiento mediante la inyección de aceite yodado. Estos trabajos han sido reconocidos a nivel nacional e internacional, y recientemente en 1997, El Dr. Pretell ha sido galardonado con el Premio Reyna Sofía de España, para las investigaciones en las carencias nutricionales.

Algunos mamíferos oriundos de la altura también han sido estudiados en su función endocrina; así, Walter Losno, con la dirección de Roger Guerra-García y participación de varios, ha estudiado extensamente a la alpaca, especie de importancia económica para el país; se ha demostrado que presenta elevadas concentraciones de hormonas tiroideas y función testicular similar a otros mamíferos, pero en cambio no tiene ritmo circadiano de su función adrenal, probablemente debido a la rumiación que le impide llegar a los estados de sueño profundo necesarios para que se secrete la hormona liberadora y la ACTH. El cobayo y la vizcacha (histricomorfos) han sido igualmente estudiados desde el punto de vista endocrino.

Gustavo Gonzales ha estudiado la influencia de la altura sobre el crecimiento humano demostrando que la altura no afecta la talla final de los humanos de ambos sexos; sin embargo, durante la niñez hay un retardo en el crecimiento en las zonas de altura, que se recupera durante la pubertad, y que estaría asociada a una mayor secreción de hormona del crecimiento en la pubertad. Gonzales postula que las mayores necesidades energéticas en la infancia llevan a que el organismo decida a disminuir la tasa de crecimiento, para atender las mayores demandas energéticas producidas por la vida en la altura.

## LABORATORIO DE GASTROENTEROLOGIA

En este laboratorio se ha estudiado la acidez gástrica teniendo como base que en la altura hay mayor producción de jugo gástrico en condiciones basales y menor respuesta de esta secreción a los estímulos, ocasionando la existencia de niveles más altos de gastrina en la sangre. El Dr. Jorge Berrios, Jefe de este laboratorio, y sus colaboradores han elaborado un trabajo sobre este tópico que mereció el Primer Premio Hipólito Unanue 1984. En la actualidad se están desarrollando estudios colaborativos con el Dr. Arias-Stella tratando de demostrar diferencias histológicas en el tejido gástrico del nativo de altura con respecto al del nativo de nivel del mar.

## LABORATORIO DE INMUNOLOGIA

Este Laboratorio estuvo dirigido por el Dr. Raúl Patrucco, fallecido en 1987 cuando mucho se esperaba de él, trabajando principalmente en el campo clínico.

Entre las enfermedades propias de las regiones andinas se han realizado trabajos en bartonelosis humana (Enfermedad de Carrión) en sus dos formas aguda y crónica provenientes de Ancash: Callejón de Huaylas y Callejón de Conchucos y valles de los ríos Chillón y Rimac; leishmaniasis cutánea andina (uta) y leishmaniasis mucocutánea (espundia) en la vertiente oriental de los andes; hanseniasis o lepra en regiones de Abancay. En estos casos se ha tratado de determinar el grado de reactividad de la inmunidad humorar (electroforesis del suero, cuantificación de las inmunoglobulinas y de los complementos de las inmunoglobulinas y de los componentes del complemento, etc.), inmunidad celular (determinación de los niveles de linfocitos totales, linfocitos T y linfocitos B, cultivos de linfocitos) y de otros sistemas defensivos accesorios (sistema monocito macrófago, granulocitos, etc.) tanto en niveles basales cuando el paciente ha sido recién diagnosticado como en diferentes etapas del tratamiento, para conocer las variaciones que ocurren a medida que la enfermedad evoluciona.

## APOYO DE INVESTIGACION

El apoyo financiero a la investigación en altura ha dependido en mucho de la coyuntura internacional del momento en que ocurre. En el segundo lustro de la década del cincuenta hay apoyo a la investigación en la altura por el interés que tenían en los Estados Unidos por el efecto de la altura sobre los pilotos que volaban en cabinas no presurizadas, muchos de los cuales tuvieron problemas de salud. Es así, que en dicho período la U.S Air Force otorga importantes donativos para la investigación en la altura. El impulso de la aviación comercial y la conquista del espacio, fueron importantes sucesos que permitieron conseguir apoyo financiero de la comunidad internacional entre 1960 y 1965.

Posteriormente entre 1970 y 1980 disminuye el apoyo internacional en investigación en medicina de altura: en esa etapa muchas investigaciones fueron autofinanciadas a través del presupuesto de la Universidad y en base a proyectos pequeños.

De 1986 y hasta la actualidad, el Programa de Reproducción Humana de la Organización Mundial de la Salud otorga dos grants de Desarrollo Institucional y un Grant de Mantenimiento al IIA, lo que permite re-equipar los laboratorios así, como

favorecer a jóvenes científicos para ser entrenados en diferentes laboratorios del mundo. Esto genera una importante masa crítica. El grupo de transporte de oxígeno genera un importante convenio de investigación con investigadores de la Universidad de París Norte que permite el apoyo en entrenamiento en investigación en Francia, y el desarrollo de investigaciones conjuntas.

### RESEÑA BIOGRAFICA DEL PROFESOR ALBERTO HURTADO (1901-1983)

Nace el 29 de Agosto de 1901. Inicia sus estudios de pre-médicas en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. El cierre de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos lo obliga a viajar a los Estados Unidos de Norte América en 1920; graduado como médico en la Universidad de Harvard, su práctica la inició en Boston en el prestigiado Hospital de la ciudad de Boston. Concluído su adiestramiento, declinó una proposición para continuar trabajando en tan prestigiado hospital, y regresó al Perú.

En el Perú inicia su carrera en la práctica médica, donde administra por primera vez en el Perú, la insulina, a una joven paciente en coma diabético. Fue el triunfal inicio de una carrera médica que pudo depararle fortuna y que deliberadamente dejó años después para dedicarse lleno a la investigación (Guerra-García, 1991).

Incorporado a la Facultad de Medicina en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en 1928, Hurtado organiza la primera expedición médica a la altura, la cual fuera idea del profesor Monge Medrano. Los resultados de esta expedición le marca su carrera de investigador del hombre andino. Sus trabajos iniciales se orientan al estudio de la antropometría y hematología del nativo de las grandes alturas. En la década del treinta, en el Instituto de Biología Andina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el Dr. Hurtado es nombrado Director de investigaciones, y realiza una serie de investigaciones de los problemas de la hipoxia y la neumoniosis, así como de otros procesos nosológicos como la verruga peruana. Son sus primeros colaboradores César Merino, Julio Preto y Julio Pons. En esta época describe el edema agudo pulmonar por la exposición a la altura, entidad publicada posteriormente por autores norteamericanos e hindúes.

Hurtado tuvo la virtud de aceptar en sus laboratorios a jóvenes atraídos por la investigación, los cuales suman decenas, y que en la actualidad ocupan posiciones directivas en la docencia e investigación del país. Así, en la década del cuarenta desarrolla actividad científica con Humberto Aste Salazar,

Andrés Rotta, y Enrique Encinas. En los cincuenta se unen a él, César y Baltazar Reynafarje, Tulio Velásquez, Emilio Picón, Rodolfo Lozano y Carlos Monge Casinelli.

En la nueva Universidad, desde 1961, la actividad principal de investigación es la de altura; así lo demuestra el análisis de las actividades de investigación de los diferentes Departamentos Académicos de la Universidad, y la mayoría de los temas de Tesis.

De 1961 a 1967 es Decano de la Facultad de Medicina, que ahora lleva su nombre, y de 1967 a 1970 es el Rector de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. En 1971, a los 70 años de edad, es nombrado Profesor Emérito de la UPCH, y en 1972 recibe el Premio BERNARDO HOUSSAY, conferido por la Organización de Estados Americanos. Bernardo Houssay, premio Nobel de Medicina, dice en la presentación del profesor Hurtado en Buenos Aires: "Escucharemos a uno de los principales investigadores originales de la América Latina, una autoridad mundial en los problemas de la biología de la altitud, un maestro que ha formado numerosos discípulos, un dirigente universitario progresista, y una personalidad moral ejemplar."

Publica 49 artículos científicos, de los cuales 13 los realiza en el Instituto de Investigaciones de la Altura (1963-1972).

El Profesor Hurtado apesar de estar retirado continuó asistiendo al Instituto de Investigaciones de la Altura, constituyéndose en un asiduo lector y asesor de los jóvenes investigadores que por ese entonces lo conocieron, dentro de los cuales se encuentra el primer autor de este artículo. Una de sus últimas actividades fue la revisión crítica de un artículo sobre incremento secular en la estatura de los escolares de Puno realizado en 1982 y que fue publicado en 1983 en la revista American Journal of Physical Anthropology, en vísperas de su deceso.

El profesor Hurtado, fundador de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, se constituye así, en una figura de proyección nacional y mundial por sus pioneras investigaciones biomédicas en la altura y por su aplicación del rigor metodológico, que le valieron el Premio Houssay de la OEA en 1968.

## REFERENCIAS

Chirinos J. Hospital Nacional Cayetano Heredia Asociado a la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Volumen Conmemorativo III. Bodas de Plata. Universidad Peruana Cayetano Heredia:Lima. 1994; 233 pp.

**Lerner de Bigio D, Huicho L.** Biomedicina Andina: Compendio Bibliográfico. *Travaux de l'Institut Francais d'Etudes Andines* 1994;84: 1-458.

**Gonzales GF.** Situación actual y futuro del Instituto de Investigaciones de la Altura. (Período 1987-1991). *Acta Andina* 1992; 1: 117-132.

**Gonzales GF.** El Programa de Reproducción Humana del Instituto de Investigaciones de la Altura. *Acta Andina* 1996; 5: 61-80.

**Guerra-García R. Alberto Hurtado:** Médico y Educador. *Acta Herediana. II Epoca.* 1991; 11:13-16

**Guerra-García R, Sime F., Gonzales GF.** Instituto de Investigaciones de la Altura 1961-1986. Ediciones IIA:Lima. 1987;237 pp.

**León-Velarde F, Arregui A. Hipoxia:** Investigaciones Básicas y Clínicas: Homenaje a Carlos Monge Cassinelli. IFEA y UPCH: Lima. 1993; 374 pp.

**Mongrut O, Guerra-García R. Alberto Hurtado.** Medicina e Investigación Primer Volumen. Universidad Peruana Cayetano Heredia:Lima. 1993; 275 pp.

**Monge C., C. Alberto Hurtado** Obituary. *Physiologist* 28: 100, 1985.

**Ramírez-Ramos A.** Universidad Peruana Cayetano Heredia. XXXV Aniversario. UPCH:Lima. 1997; 301 pp.

**Silva H. Memoria 1977-82.** Rector Dr. Homero Silva Díaz. Universidad Peruana Cayetano Heredia: Lima 1983; 110 pp.