

NOVES INVESTIGACIONS
SOBRE LA SENSIBILITAT QUÍMICA
DEL PNEUMOGÀSTRIC PULMONAR

per

A. PI SUÑER

J. PUCHE

J. RAVENTÓS

I

Per a demostrar l'excitació química dels centres nerviosos de la respiració per la sang rica en anhídrid carbònic, Fredericq (1) estableix la circulació creuada entre dos gossos, A i B. Lliga les artèries vertebrals dels dos gossos, i després d'una injecció d'hirudina a cada un, disseca les caròtides, i per mitjà de cànules i tubs de cautxú continua els extrems centrals de A amb els perifèrics de B, i viceversa. D'aquesta manera, les caròtides de A envien la sang al cap de B i recíprocament. Si aleshores el gos A respira una barreja de carbònic i aire, és B el que presentarà acceleració dels moviments respiratoris, perquè els seus centres de la respiració reben sang asfíctica. De la mateixa manera, B entra en apnea, ventilant fortament, mitjançant la respiració artificial forçada, els pulmons de A. Això és una demostració de la influència de la crasi sanguínia sobre els moviments respiratoris, de la resposta dels centres segons la composició gasosa de la sang que els irriga.

Per altra part, J. F. Heymans i Kochmann (2) varen descriure, el 1904, un mètode de perfusió del cor aïllat de mamífer anastomosant-lo a la circulació caròtido-jugular d'un animal donador de la mateixa espècie. Vuit anys més tard, el mateix Heymans, amb De Somer (3), aplicà el mètode a la perfusió del cap aïllat d'un mamífer, de gos, per exemple. J. F. i C. Heymans han perfeccionat aquesta tècnica (4). Dos gossos anestesiats amb clorosa, A i B, el primer de 4 o 5 quilos major que el segon, són aprofitats, respectivament, com a donador i receptor de sang. En A, les dues caròtides i les dues jugulars són dissecades en tot llur trajecte i lligades tan alt com sigui possible. En B, es dissequen de la mateixa manera els mateixos vasos, però les lligadures es posen tan avall com es pugui. Després, sense interposició de tub de goma, s'anastomosen els extrems centrals dels vasos de A amb els perifèrics dels de B, mitjançant cànules de Payr. S'estableix la circulació del cap de B, que en aquesta forma és irrigat per la sang de A : gos amb dos caps. Se seccionen circularment la pell i tots els músculs del coll entre lligadures apretades, i es completa la decapitació amb el constrictor de Chassaignac. Així, el cap de B, totalment aïllat del tronc, pot sobreviure llargues hores sense necessitat de fer ús de cap mitjà anticoagulant.

Amb Bellido (5), el 1920, havíem emprat una tècnica semblant, encara que sense arribar a la decapitació de B. Disposàvem de la mateixa forma A com a donador, lligàvem les vertebrals de B i anastomosàvem, com ja hem descrit, els caps centrals dels vasos del coll de A amb els caps perifèrics de B. Així obteníem, també, un gos A amb dos caps, el propi i el de B, depenent humoralment del gos donador. Amb aquesta preparació provàrem que la respiració d'aire amb CO₂, per part de B,

donava lloc a acceleració i augment de profunditat dels seus moviments respiratoris, malgrat que els seus centres rebessin sang ben oxigenada. D'això en deduirem que no és solament la concentració de CO_2 en l'aire que irriga els centres que contribueix a la regulació dels moviments respiratoris, sinó, també, la concentració de CO_2 en l'aire alveolar.

Aquests resultats confirmaven els nostres treballs de 1920 sobre l'existència d'una sensibilitat específica al carbònic, una sensibilitat química sentida per les terminacions dels vagus pulmonar.

Hem aconseguit els mateixos resultats amb la tècnica del cap aïllat de J. F. i C. Heymans (6). Decapitem el gos B i inscrivim els moviments respiratoris del cap de B amb el dispositiu de Puche: introducció d'un globus de goma ple d'aigua en la boca i farinx del cap aïllat, lligadura entorn del morro i registre dels canvis de pressió en aquell globus per un manòmetre de Marey i una càpsula inscriptora amb transmissió neumàtica.

Aquest mètode ens ha donat els mateixos resultats que el que havíem emprat fins ara, i més seguretat que el cap de B no rep altra sang que la de A. Si es practica la decapitació deixant, com a única unió entre el cap i el tronc els dos vagus, la respiració de carbònic pel tronc de B dóna lloc, immediatament, a un increment en els moviments respiratoris del mateix cap. Hi ha, per tant, una excitació perifèrica produïda pel carbònic inspirat, que influeix sobre els moviments respiratoris, independentment de tot factor humoral. El carbònic actua normalment sobre els centres per la crasi de la sang que els irriga, i actua, també, per mitjà de vies nervioses, afectant òrgans perifèrics.

II

J. F. i C. Heymans (7) han portat a cap recerques del més gran interès sobre aquest tema, fent ús de llur mètode. Han comprovat com el cap unit al tronc tan sols pels vagus, respon amb modificacions dels moviments respiratoris a les excitacions mecàniques del pneumogàstric pulmonar (reflex de Breuer i Hering), i han vist, també, l'apnea d'origen perifèric per hiperventilació pulmonar, que alguns autors atribueixen a influències mecàniques, a la distensió pulmonar repetida i exagerada.

Han pogut demostrar igualment les relacions entre la tensió mecànica cardioàrtica i el ritme respiratori, i confirmar que el pneumogàstric sensitiu modifica els moviments respiratoris per canvis en la composició de l'aire contingut en els pulmons, sobretot per variacions en la concentració d'anhídrid carbònic en l'aire alveolar. La influència del CO_2 present en l'aire inspirat sobre el ritme i la profunditat respiratòries, és coneguda de temps. Ossório d'Almeida (8) ha formulat matemàticament la regulació dels moviments en funció de la concentració de carbònic. Però molt abans, les investigacions esmentades de Fredericq, amb el seu mètode de circulació creuada (9), les de Haldane i Priestley (10), de Winterstein (11), de Hasselbach (12), demostraren que les variacions de la composició gasosa i, en conseqüència, també de la reacció actual de la sang que irriga els centres, regula la intensitat i freqüència dels moviments respiratoris. També l'excés de CO_2 respirat és causa de sensacions, de sen-

sació d'opressió, que segurament obeeix a excitacions perifèriques (Haldane i Lorrain-Smith) (13).

La intervenció d'aquestes excitacions que desencadenen reflexes d'origen perifèric, està acceptada des de Marshall-Hall (14). Berns, en el Laboratori de Donders (15), va provar els efectes reflexos de la respiració d'aire amb CO₂; Rosenthal (16) i Zagari (17) ho confirmaren, però suposant que l'excitació partís del larinx i bronquis, i no del pulmó. Traube (18) creu, també, en l'excitació pel carbònic de les terminacions sensibles de l'aparell respiratori.

Scott (19) va poder veure la diferència entre les respostes respiratòries a la inhalació d'aire amb anhídrid carbònic en l'animal vagotomitzat i en l'animal intacte, i es va convèncer de la intervenció de les excitacions químiques de les terminacions sensibles del pneumogàstric en el control dels moviments respiratoris. Pi Suñer (20) i Pi Suñer i Bellido (21) varen provar, com ja hem dit, per diversos procediments, que l'excitació química perifèrica produïda per l'aire amb CO₂ intervé en la regulació del ritme i de la profunditat de la respiració. Henderson (22) afirma que l'anoxèmia excita el centre respiratori per via vagal de conducció aferent. Eppinger, Papp i Schwarz (23) consideren, també, que el carbònic estimula els centres respiratoris per mitjà de les fibres sensibles dels vagus pulmonar.

Haggard i Henderson (24) observen, a més, que molt petites concentracions de sulfhídric provoquen reflexos respiratoris per excitació pneumogàstrica, i nosaltres (25) havíem provat el mateix amb àcid clorhídric i amoníac.

J. F. i C. Heymans observen que sempre l'asfíxia del tronc B accelera i intensifica els moviments del cap en continuïtat amb l'esmentat tronc solament pels vagus,

cap que rep sang de A. Quan es restableix la respiració artificial del tronc, els moviments respiratoris del cap es normalitzen. La secció dels pneumogàstrics és causa de la desaparició instantània dels moviments asfíctics del cap, que són substituïts per una autèntica respiració de tipus post-vagotòmic. La hiperventilació del tronc inhibeix els moviments respiratoris del cap; és causa d'apnea, de la mateixa manera que l'asfíxia excita aquests moviments per via nerviosa vagal.

La respiració d'una barreja d'aire i CO_2 per part del tronc, en els experiments de J. F. i C. Heymans, com en els nostres, dóna lloc també a un increment dels moviments respiratoris en profunditat i freqüència, moviments que tornen a la normalitat quan es restableix simplement la respiració d'aire. La ventilació del tronc amb nitrogen, segons la tècnica de Meltzer-Auer, determina igualment l'excitació reflexa del centre respiratori de B, si bé amb menys intensitat que el carbònic.

J. F. i C. Heymans, dedueixen de tot això, igual que nosaltres, que les fibres centrípètes del vagus tenen un paper constant de regulació de l'activitat dels centres respiratoris, independentment dels moviments respiratoris pulmonars i toràcics i sota la influència de la concentració de CO_2 en l'aire alveolar i, en conseqüència, de la crisi sanguínia.

Fins aquí, la coincidència entre els resultats de Heymans i els nostres és exacta. Ulteriorment, els savis belgues han insistit en l'estudi de les relacions entre la circulació i el ritme respiratori. En efecte, és una opinió acceptada per tots, que certs estats patològics cardiovasculars poden donar lloc, per estímuls perifèrics a nivell de distintes regions de l'aparell circulatori, cor — aorta, sinus carotidià (26, 27) — a excitacions, potser molt intenses, dels centres respiratoris. Heus ací una qüestió debatuda

des de fa molts anys i que J. F. i C. Heymans han pogut estudiar amb exactitud, fent ús de la tècnica del cap aïllat.

La disminució de la tensió arterial fins a arribar a ésser nul·la aquesta tensió, per sagnia ràpida del tronc, estimula els moviments respiratoris del cap. La reinjecció al tronc de la sang extreta, després de citratada, la restauració de la tensió, fa cessar, o almenys modera, els moviments respiratoris del cap. Recíprocament, la hipertensió inhibeix la respiració. La major o menor distensió dels òrgans centrals de la circulació influeix, per tant, sobre el ritme i la profunditat respiratòria.

Amb el desig d'excloure tots els òrgans del gos B, fora de cor i pulmons, i evitar els moviments respiratoris del tronc, J. F. i C. Heymans han establert un nou mètode. Perfonen el cap de B amb la sang de A, com sempre. En el tronc B, solament unit al cap pels vagus, es lliguen successivament la vena acigos, les artèries mamàries internes, l'artèria subclàvia esquerra, les artèries subclàvia i vertebral dretes, la crossa de l'aorta per sota de la subclàvia esquerra i la vena cava inferior. Es posa una cànula en el cap cardíac de la vena cava superior i d'una de les caròtides primitives, i es lliga l'altra. La cànula carotidiana de B s'uneix al cap cardíac d'una vena jugular d'un tercer gos C, i la cànula venosa de B, a la caròtida de C. D'aquesta manera, la preparació cor-pulmons de B, és irrigada per sang arterial del gos C, i així no hi ha necessitat de mantenir la respiració artificial del tronc B. En aquestes condicions de perfusió de cor-pulmons de B amb sang arterial, la hipertensió en la circulació cardiopulmonar de B és causa d'apnea del cap aïllat, i l'asfíxia de la mateixa preparació dóna lloc a l'excitació del centre respiratori del cap B. En una altra sèrie experimental, els savis belgues han perfós

únicament la preparació cor-aorta de B per mitjà de l'anastomosi caròtido-jugular sobre el gos B. Han observat que l'asfíxia i l'anèmia donen lloc a l'estimulació dels centres respiratoris per les vies centrípètes vagals (traçat F); que la hipertensió en cor-aorta aïllats determina una inhibició reflexa dels moviments respiratoris del cap (traçat E. b.); i que la influència del pneumogàstric persisteix, fins i tot en absència dels pulmons.

En altres experiments d'anastomosi del cap B sobre A, seguint la tècnica ordinària, J. F. i C. Heymans han seccionat els vagus abdominals i han col·locat fortes lligadures temporals, uns minuts, en els hilis pulmonars d'un i altre costat, fins a aconseguir que, un cop tretes les lligadures, ja no s'observi el reflex mecànic de Breuer-Hering, el més tenaç de tots, que persisteix generalment fins després d'una mitja hora d'anèmia pulmonar total. Unes altres vegades han lligat un dels dos hilis i seccionat en el coll el vagus corresponent a l'altre costat.

En aquestes condicions d'exclusió nerviosa del pulmó, l'augment de tensió arterial en el tronc B, per injecció d'adrenalina, per exemple, dóna lloc a apnea, i l'asfíxia del mateix tronc, a ampliació de la profunditat dels moviments i acceleració del ritme respiratori. Altrament, si s'aconsegueix que un dels vagus quedi en relació única amb l'aorta per l'excisió dels pulmons i cor en el tronc B dessagnat, la secció d'aquest vagus que subsisteix, va seguida de les pertorbacions típiques dels moviments respiratoris del cap : respiració postvagotòmica. També s'observen els mateixos efectes respiratoris de la vagotomia després de la secció cervical del pneumogàstric esquerre, prèvia lligadura de l'hili pulmonar dret.

De tots aquests experiments es dedueix que, en efecte, en el cor i l'aorta hi ha zones reflexògenes, que influeixen en les funcions dels centres respiratoris, i que entre els

estímuls aptes per a excitar les terminacions nervioses vagals en aquests llocs, s'ha de comptar, ultra els mecànics, els químics, la concentració en la sang del CO_2 . De Somer (28) prova, recentment, que la inhalació de carbònic influeix, també, sobre el que ell anomena aparell valvular de la respiració, el diàmetre de les vies aèries altes i a través, segons el parer de l'autor, d'aquestes zones reflexògenes circulatòries. Finalment, F. i C. Heymans (29) observen que el bulb carotidià és, també, sensible a la sang asfíctica i a les variacions del PH del Ringer que s'usi per la perfusió, donant lloc, aquestes excitacions, a les corresponents respostes respiratòries reflexes.

És, per tant, un fet provat que la menor o major venositat de la sang la senten diferents zones intraceptives, que la variable concentració de CO_2 estimula els aparells de la sensibilitat interna, en diversos òrgans. Que hi ha, en una paraula, i tal com hem afirmat en múltiples treballs, una sensibilitat química, molt difusa en l'organisme. I que aquesta sensibilitat té un paper important en el control del ritme i intensitat respiratoris, subjectes, l'un i l'altra, a tantes i tan diverses influències, que els moviments respiratoris es pleguen a les més diferents circumstàncies i a les més variables condicions fisiològiques.

III

J. F. i C. Heymans no es limiten a aquesta part afirmativa de llurs investigacions. Pretenen provar que si és sensible l'aparell circulatori als canvis de concentració del carbònic sanguini, no ho són els pulmons, almenys al carbònic, en les proporcions normals en l'aire alveolar.

Per a provar-ho, porten a cap un experiment que consisteix a anastomosar, segons la tècnica corrent, el cap de B a la circulació caròtido-jugular doble de A. En el tronc B, unit al cap solament pels vagus i després de sagnia completa, s'introdueix una cànula en el cap perifèric de l'artèria pulmonar i una altra cànula en l'aurícula esquerra, a través del ventricle esquerre. S'extirpa el cor, deixant tan sols una petita part de l'aurícula esquerra. La cànula de l'artèria pulmonar s'uneix a l'extrem central de la caròtida del gos C, i la cànula de l'aurícula, a l'extrem cardíac de la jugular del mateix gos. Així, el cap de B està perfós per A i els pulmons per C.

En l'experiment publicat en la memòria de J. F. i C. Heymans, aquests pogueren comprovar que els moviments respiratoris del cap B corresponen als que promou un centre respiratori privat de la innervació vagal per la doble secció pneumogàstrica en el coll, i això malgrat la persistència del reflexe d'estímul mecànic de Breuer-Hering. L'asfíxia dels pulmons de B diu en què no modifica el ritme respiratori — en el fragment de la gràfica publicat s'observa, malgrat tot, una certa acceleració durant l'asfíxia — mentre que l'asfíxia humoral del cap de B, per supressió de la respiració artificial de A, és perfectament sentida. D'això en dedueixen els autors la no participació d'una sensibilitat química pulmonar en el manteniment i govern del ritme respiratori. Consideren, a més, que la innervació pulmonar no intervé en el manteniment del tonus vagal, malgrat el persistir la conducció aferent que permet el reflex de Breuer-Hering.

Nosaltres interpretem aquesta respiració de tipus postvagotòmic i la poc apreciable reacció a l'asfíxia, a la lesió funcional del nervi a conseqüència de la compli-

cada operació a què ha estat sotmès l'animal. La persistència del reflex per estímul mecànic no prova la integritat del vagus, perquè aquest reflex és més persistent que tots els altres. Una depressió funcional del pneumogàstric per causes diverses pot traduir-se en perturbacions d'unes funcions del nervi, amb conservació de la seva excitabilitat a la retracció i distensió pulmonars.

IV

Hem intentat resoldre el problema de l'existència o absència de sensibilitat química pulmonar per un camí més senzill, pensant sempre que com més senzill sigui un experiment, menys causes d'error. Hem emprat, també, la tècnica de Heymans, del cap unit al tronc solament pels vagus i perfós, mitjançant l'anastomosi caròtidojugular, pel gos A. Per a excloure tota influència circulatòria practiquem la sagnia completa i ràpida per secció de l'aorta abdominal, en el tronc B, fins a atur del cor, i, per tant, fins a anul·lar la pressió arterial i la circulació de la sang. Així, se suprimeixen tots els factors circulitoris, tant mecànics com químics.

Procedint d'aquesta forma, la supressió de la respiració artificial del tronc en general és poc eficaç, perquè no arribant sang als pulmons, l'augment de concentració de CO₂ en l'aire alveolar per l'asfíxia, ha d'ésser molt lent i, per altra part, els teixits, pel fet de la sagnia, es troben ja immediatament en estat d'asfíxia. Amb tot, en l'experiment *F*, en cessar en *b* i *c* la respiració artificial del tronc, augmenta la profunditat dels moviments respiratoris del cap. Efecte que podria ésser, malgrat tot,

degut a la sensibilitat a estímuls mecànics, per la suspensió dels moviments del tòrax.

L'addició de carbònic a l'aire insuflat al tronc per una manxa de respiració artificial, fins a concentracions de 30-40 per 100, és efectiva, desenrotllant-se la totalitat de l'experiment en les mateixes condicions mecàniques. Això es comprova en les gràfiques *C. b.* (experiment en el qual, a més, es va poder comprovar l'efecte apneic de la respiració de vapors de clorhídric, *C. c.*), *D. a.*, *E. a.*, i *F. a.* En aquest últim experiment havíem seccionat, a més, els vagus per sota del cor, per a evitar tota influència aferent d'origen abdominal; perquè d'aquesta manera funcionés solament el pneumogàstric toràcic.

Es veu, per tant, que, tot i excluída la circulació, i, en conseqüència, les influències mecàniques i químiques que puguin afectar les regions sensibles dels cor i aorta, s'observen canvis en la respiració del cap aïllat quan s'altera la concentració de carbònic en l'aire inspirat.

A aquests resultats s'ha oposat l'objecció que el carbònic no actua com un estímul químic, sinó com un agent irritant, que es tractaria més d'una sensibilitat del tipus de la tàctil-dolorosa, que d'una sensibilitat química específica, i que, per això, s'ha de creure que el carbònic en l'aire alveolar no té un paper fisiològic en la regulació respiratòria. A part que és molt difícil limitar on acaba l'excitació química i on comença la tàctil-dolorosa provocada, també, per agents químics, aquesta objecció ja ens la férem nosaltres en les nostres experiències amb Bellido, quan comprovàrem els efectes de la respiració de vapors irritants (HCl i NH₃). Per això preferírem continuar les nostres recerques amb l'excitant específic, el carbònic, i ens cal assenyalar, també, que la resposta dels moviments respiratoris a la influència d'aquests gasos irritants és distinta de la resposta al CO₂. Citem una altra vegada

l'observació que correspon a la gràfica *C. c.* El clorhídric inhibeix la respiració, com ho fa, en general, l'aspiració de gasos irritants.

Malgrat tot, per a respondre a aquesta objecció — que els nostres resultats es deuen a una excessiva concentració de carbònic — i per a provar que les respostes observades en l'animal dessagnat són degudes a una sensibilitat específica, hem realitzat altres experiments. Emprant la mateixa tècnica del cap aïllat i perfós, es pot insuflar al tronc aire atmosfèric o bé una barreja al 20 per 100 de carbònic i aire. Del forat d'aspiració de la manxa surt un tub en *Y*, que comunica per una de les branques amb el sac que conté aire sol, i per l'altra, amb el que conté la barreja d'aire i carbònic. Els dos sacs estant a terra, un al costat de l'altre, i sota un tauló carregat amb un pes, perquè les condicions mecàniques siguin en ambdós casos exactament les mateixes. Manejant les aixetes dels sacs respectius s'aconsegueix que la manxa injecti aire o aire amb carbònic. En acabar l'experiment, es determina la concentració del carbònic en l'aire que surt pel tub que va de la manxa a la cànula traqueal, mentre es manté oberta l'aixeta del sac del carbònic i tancada l'altra.

Operant així, concentracions no majors de 20 per 100 semblen a voltes eficaces. La resposta, però, és sempre poc evident. Vegin-se gràfiques *G* i *H*. A aquesta concentració, la barreja d'aire i carbònic aspirada per l'home dona una petita sensació d'irritant.

Una altra objecció és la que el pulmó del tronc dessagnat és un pulmó asfíctic i, per tant, mort. En primer lloc, en els experiments de Heymans s'observa que el reflex de Breuer-Hering persisteix després de mitja hora d'anèmia total del pulmó. Certament, aquest reflex sembla ésser el més tenaç de tots, però la seva existència

demostra, almenys, que el pulmó no està mort. Nosaltres veiem que, en efecte, la resposta de la respiració a la inhalació de carbònic minva a mesura que va passant el temps, o sigui, a compàs del procés necrobiòtic en el pulmó i, per tant, en les seves terminacions sensitives. Hi ha, certament, una influència ben palesa de l'estat de la circulació, l'asfíxia i la falta de renovació sanguínia entorn de la cèl·lula pulmonar que va morint, sobre la sensibilitat de l'òrgan. Però aquest fet aniria contra nosaltres : mal estat del pulmó, que disminueix la seva sensibilitat. I si en aquestes condicions encara s'observen respostes positives a la presència del carbònic inspirat, és ben clar que en condicions fisiològiques aquestes respostes deuran ésser més vives, per ésser aleshores més fina la sensibilitat. En una paraula, nosaltres operem en les pitjors condicions, i essent així, resultats positius tindran molta més valor provatòria de la nostra tesi.

Queda un altre fet de la major importància. És la intervenció evident del pulmó en el manteniment del tonus vagal. En l'experiment descrit per Heymans s'observa que desapareix el tonus del pneumogàstic quan queden solament com a punt de partida d'excitacions centrípètes i, per tant, de reflexos, els pulmons del tronc B, que, amb tot, poden donar lloc al reflex de Hering-Breuer. En canvi, en un altre experiment (pàg. 352), J. F. i C. Heymans (30) comproven que «la supressió de la innervació pneumogàstica pulmonar en el tronc B modifica l'activitat del centre respiratori del cap aïllat de B, els moviments respiratoris del qual es fan més profunds i més lents». En efecte, podem afirmar que, constantment, inclús després d'evitar tota influència perifèrica circulatòria, la secció dels vagus en el coll modifica el tonus respiratori (Gràfia A. a.). I que en aquest manteniment pren una part preponderant la

innervació pulmonar, ho demostra el fet que s'aconsegueix el mateix efecte, inclús ometent tota altra influència perifèrica-abdominal, per exemple, seccionant prèviament els vagus del tronc per sota del cor (gràfica *F. d*). I, finalment, també podem afirmar que no tot en el tonus vagal resulta de l'estimulació mecànica dels moviments de la paret toràcica del tronc, pels moviments de la respiració artificial; cosa que es demostra observant els mateixos efectes de la doble vagotomia després de cessar la respiració del tronc (gràfica *A. a*).

De tots aquests experiments es dedueixen les següents conclusions:

1.^a Les terminacions pulmonars dels pneumogàstrics són sensibles a diferents concentracions d'anhídrid carbònic en l'aire alveolar o en la sang que circula pel pulmó, i aquesta sensibilitat contribueix al control del ritme respiratori.

2.^a El vagus pulmonar sensitiu — afectat per l'estímul mecànic com pel químic — coopera al manteniment del tonus dinàmic de la respiració.

Aquestes conclusions no s'oposen de cap manera a la tesi de J. F. i C. Heymans, que han demostrat la sensibilitat química — a més de la sensibilitat mecànica — dels òrgans centrals de l'aparell circulatori. Nosaltres fa molt temps que estem treballant en la demostració de la tesi de l'enorme extensió de recepcions químiques en l'organisme. Però que sentin la composició la sang al cor, l'aorta i el sinus carotidià, no vol dir que el pulmó no pugui sentir la composició de l'aire. Així hi hauria diverses etapes en la regulació respiratòria per influències químiques: l'externa, alveolar, la circulatòria i la central (concentració de CO_2 en la sang que irriga els centres bulbars).

Diem, com en la nostra memòria de 1919, que el govern nerviós dels moviments respiratoris és d'una gran

complexitat. Influeixen reflexos mecànics d'origen respiratori, distensió i retracció pulmonar, sensacions propioceptives dels múscles de la paret que correntment intervenen en la respiració, i sobre la valor funcional dels quals ha publicat recentment Fleisch valuoses informacions (31), imatges psíquiques, excitacions sensitives de diversos orígens, modificacions de la crasi sanguínia i, finalment, sobretot, l'activitat autòctona i específica dels centres respiratoris. També factors químics, causa d'excitacions perifèriques, respiratòries i circulatòries. Acabava la nostra comunicació abans esmentada escrivint : «els moviments respiratoris es produeixen gràcies a una propietat elemental dels centres nerviosos que periòdicament envien excitacions eferents. Però aquesta propietat està condicionada per diversos i nombrosos factors, entre els quals s'han de comptar, com a més influents els reflexos mecànics, la composició gasosa i, en conseqüència, la reacció actual de la sang, i la concentració de carbònic en l'aire inspirat. Tots ells factors que coexisteixen coordinant llur acció mútua, i també amb altres moltes influències. D'on neix la perfecta adaptació respiratòria a les diverses condicions fisiològiques i la meravellosa elasticitat d'aquesta adaptació».

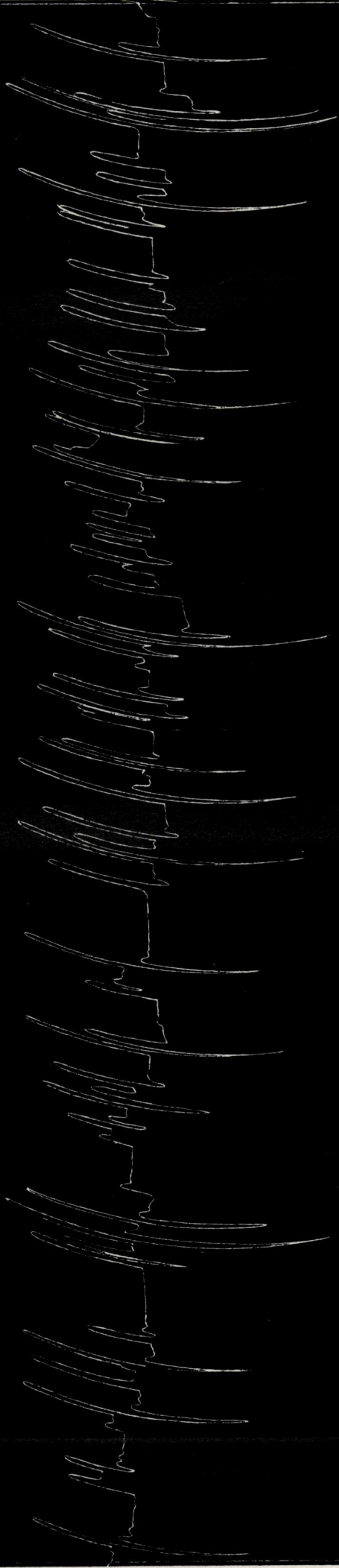
Avui seguim amb la mateixa opinió, insistint a suposar l'existència d'una sensibilitat química a nivell del pulmó, i considerant, a més, argument molt important a favor de la hipòtesi d'una sensibilitat química dels òrgans, els descobriments de J. F. i C. Heymans, sobre l'excitabilitat del cor, aorta i sinus carotidià per les variacions de la concentració d'anhidrid carbònic i per altres influències químiques.

*Institut de Fisiologia.
Facultat de Medicina de Barcelona.*

BIBLIOGRAFIA

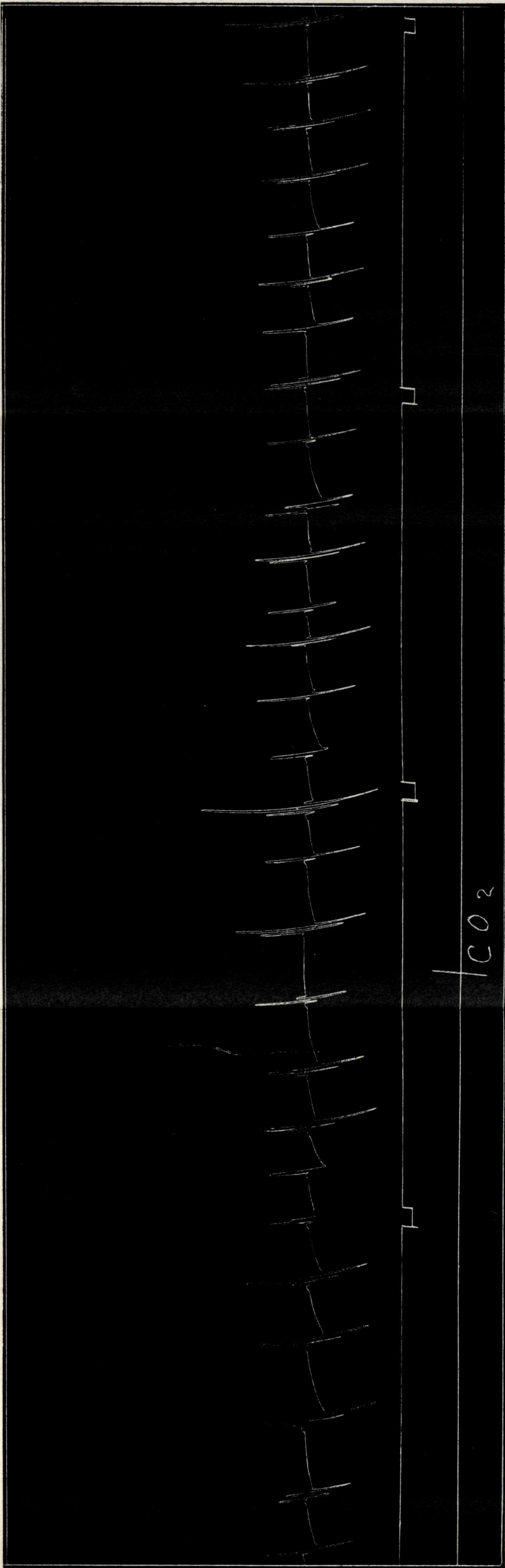
1. *L. Fredericq*, Travaux du Lab. de Phys. de Liège, III, 1; 1890.
2. *J. F. Heymans i Kochmann*, Archives intern. de Pharmacodynamie et de Thérapéutique, XIII, 379; 1904.
3. *J. F. Heymans i De Somer*, Journal de Phys. et de Pathol. gen., XIV, 1138; 1912.
4. *J. F. i C. Heymans*, Archiv. int. de Pharmac. et de Ther., XXXIII, 273; 1927.
5. *Pi-Suñer i Bellido*, Journal de Phys. et de Path. gen., XIX, 214; 1921.
- 6 i 7. *J. F. i C. Heymans.*, loc. cit.
8. *Ossorio d'Almeida*, Journ. de Phys. et de Path. gen., XXI, 304, 445, 466; 1923.
9. *L. Fredericq*, loc. cit.
10. *Haldane i Priestley*, Journal of Physiology, XXXV, 225; 1905.
11. *H. Winterstein*, Arch. für die ges. Phys., CXXXVIII, 167; 1911.
12. *K. A. Hasselbach*, Bioch. Zeitschr., XLVI, 403; 1912.
13. *Haldane i Lorrain-Smith*, Journ. of Path. and Bact., I, 143; 1892.
14. *Marshall Hall*, cita de *G. Bayer*: «Regulation der Atmung». Handbuch der normalen und pathol. Physiologie. Bd. II, 272; 1925.
15. *Berns*, Onderz. Phys. Lab. Utrecht, III, 76; 1870. Cit. de *Bayer*.
16. *M. Rosenthal*, Arch. für Phys., 1886, suplement.
17. *J. Zagari*, Arch. für Phys., 1891.
18. *R. Traube*, Ges. Beiträge für Path. und Phys., I, 282, 452 cita de *Heymans*.
19. *F. H. Scott*, Journ. of Phys., XXXVII, 301; 1908.
20. *A. Pi-Suñer*, Treballs de la Soc. de Biologia, VI, 173; 1918, i Journal de Phys. et de Path. gen., XVIII, 702; 1919.
21. *Pi-Suñer i Bellido*, Treb. de la Soc. de Biologia, VII, 311, 1919, i Journal de Phys. et de Path. gen., XIX, 214; 1921.
22. *Y. Henderson*, Journ. of Biol. Chemie, I, 111; 1922.
23. *Eppinger, Papp und Schwarz*, «Das kardiaale Asthma». Julius Springer. Berlin, 1924.

24. *Haggard i Henderson*, American Journ. of Phys., LXI, 289; 1922.
25. *Pi-Suñer i Bellido*, loc. cit., 707; 1919.
26. *C. Heymans*, «Le Sinus Carotidien», 70; Louvain-Paris, 1929.
27. *Danielopolu i Proca*, Journ. de Phys. et de Path. gen., XXVIII, 56; 1930.
28. *E. de Somer*, Journ. de Phys. et de Path. gen., XXI, 493; 1923, i XXVIII, 318; 1930.
29. *C. Heymans*, Conf. a l'Acad. de Med. de Barcelona. Rev. Med. de Barcelona, XIV, 427; 1930.
30. *J. F. i C. Heymans*, loc. cit., 352.
31. *A. Fleisch*, Arch. für die ges. Phys., CCIX, 706, 1928; CCXXII, 12, 1929; CCXXIII, 509, 1929.

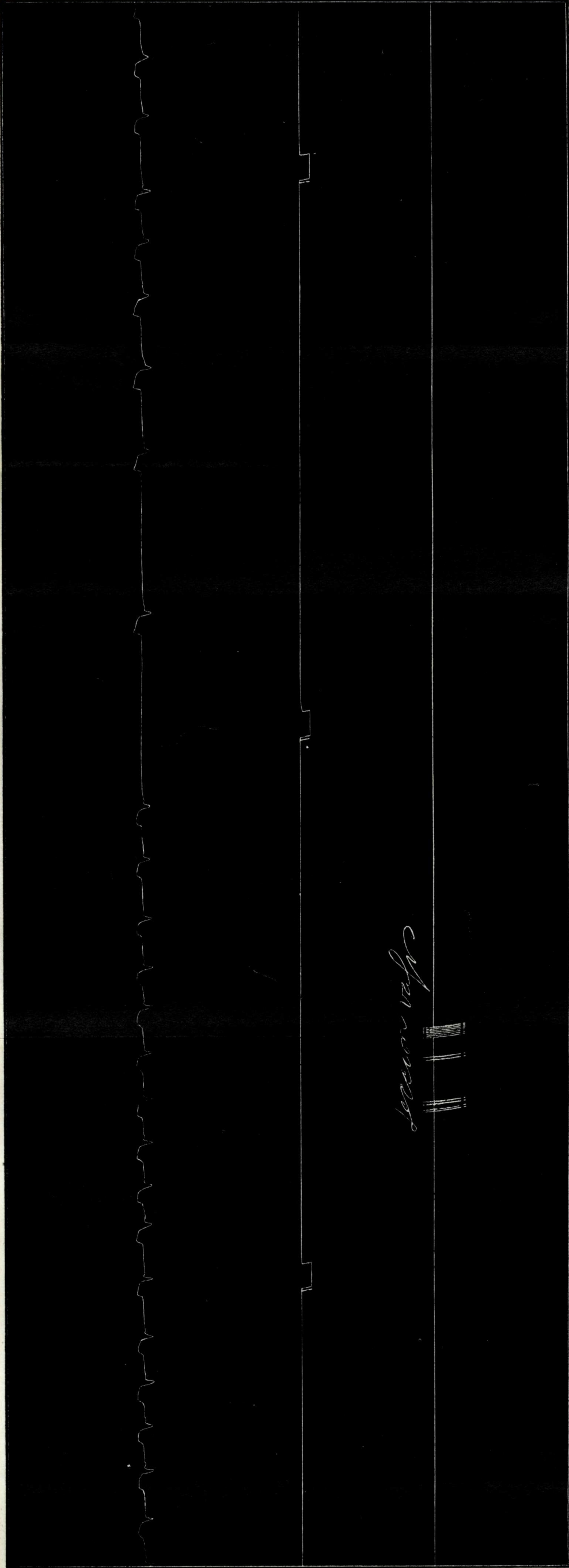


CO₂

Traçat H. — Tècnica habitual. La inhalació de CO₂ a 20 per 100 pel tronc dóna lloc a increment de la totalitat de l'efecte respiratori en els moviments del cap.



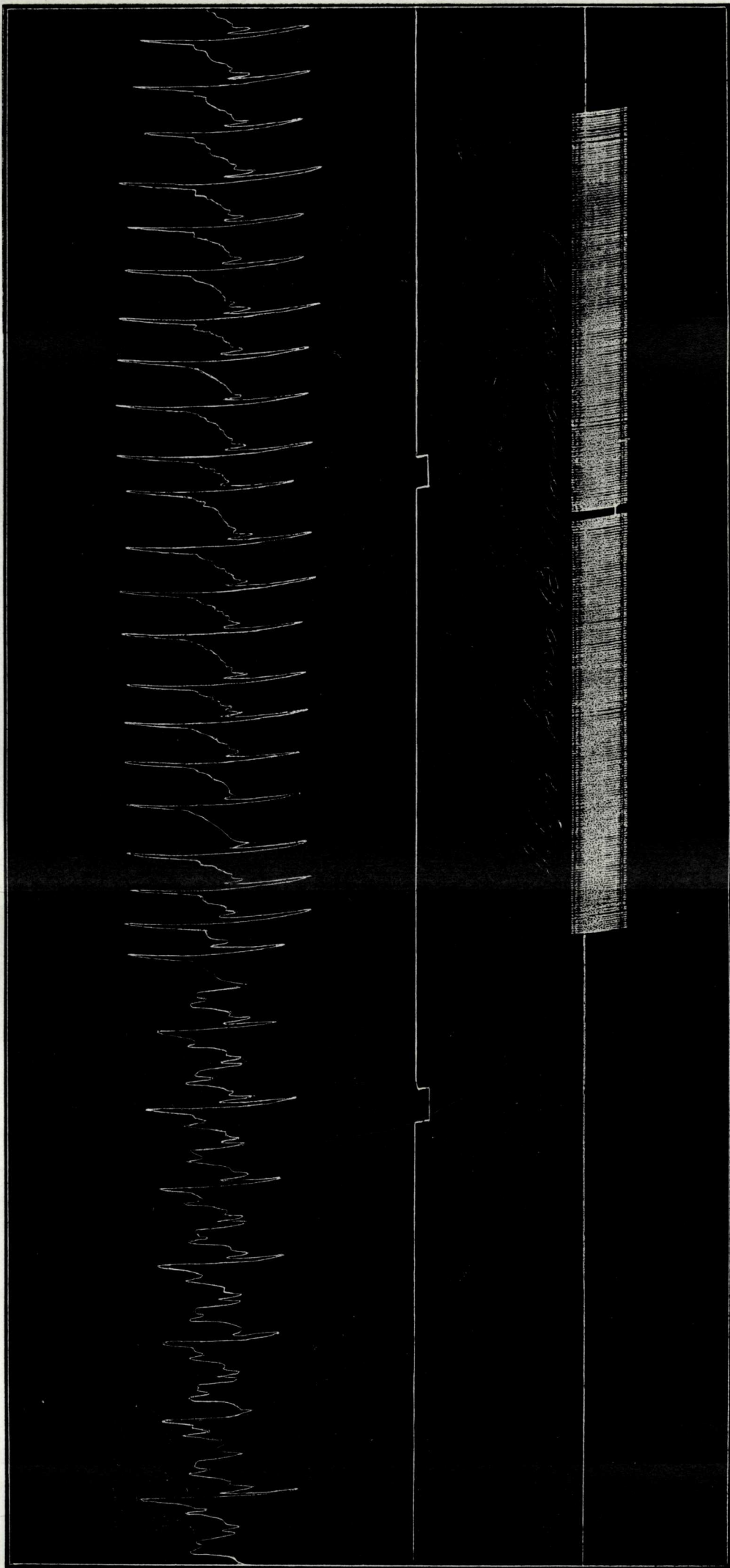
Traçat G. — Técnica habitual. Hemorràgia fins a morir el trunc. La inhalació de CO_2 a 20 per 100 augmenta la totalitat de l'efecte respiratori.



seccion vagal

Traçat F. d. — La doble vagotomia se segueix de respiració postvagotònica del cap. En aquest cas, no influeixen ni estímuls circulatoris (tronc desagnat), ni subcardíacs, abdominals, per haver estat prèviament seccionats els pneumogàstrics per dessota el cor en començar l'experiment.

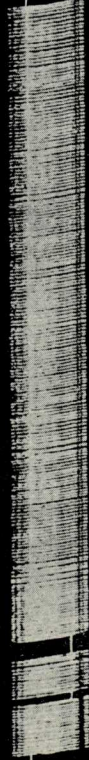
— Abans de la vagotomia se seccionaren fisiològicament els pneumogàstrics, amb efectes també positius durant el temps que durà la intoxicació.



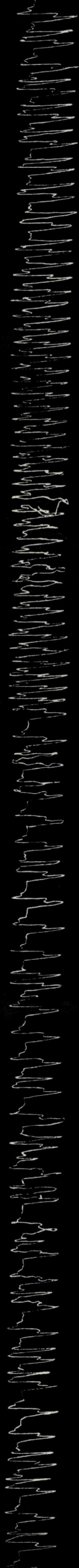
Tracat F. c. — Com en la gràfica anterior, la supressió de la respiració artificial del tronc dessagnat dóna lloc a evidents efectes respiratoris en el cap aïllat: augment d'extensió i de freqüència.



CO₂



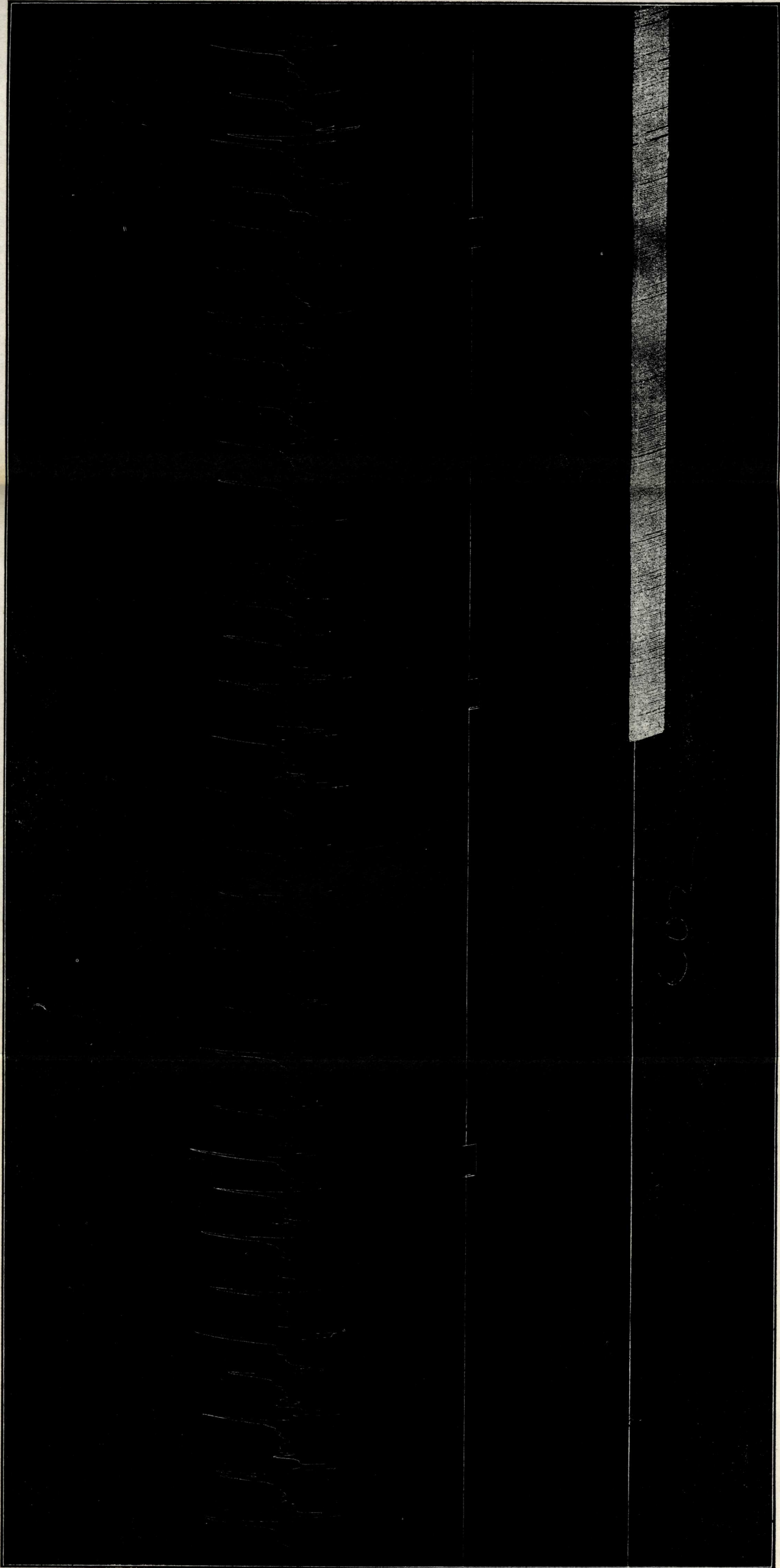
Traçat F. a. — Tècnica habitual i a més secció dels vagus del tronc per dessota de la sortida de les vies amb destinació al cor.
— Abans de la sagnia l'asfíxia del tronc s'ha mostrat en aquest experiment molt efectiva.
— L'hemorràgia ha donat lloc a notable increment respiratori per disminució de la tensió arterial. (Traçat F. e., efecte Heymans).
— En aquesta gràfica, efectes marcats de la inhalació de CO₂ a 40 per 100 pel tronc, després de dessagnat.



*Respiració capçada
Tronc i vegeu anterior*

CO₂

- Traçat E. a.** — Técnica habitual. La respiració de CO₂ a 30 per 100 pel tronc dona lloc a acceleració i augment de profunditat dels moviments respiratoris del cap.
— En aquest experiment, abans de sagnar el tronc, es pinçaren els vasos del pedicle cardíac. (Traçat E. b.)
— Més tard, la inhalació de NH₃, amb l'aire insuflat pel tronc dessagnat produïx un augment en l'extensió dels moviments respiratoris.
— Noves inhalacions de CO₂, es mostren cada vegada menys eficaces.
— Efectes clars de la doble vagotomia.
— I de l'asfíxia del gos donador A.



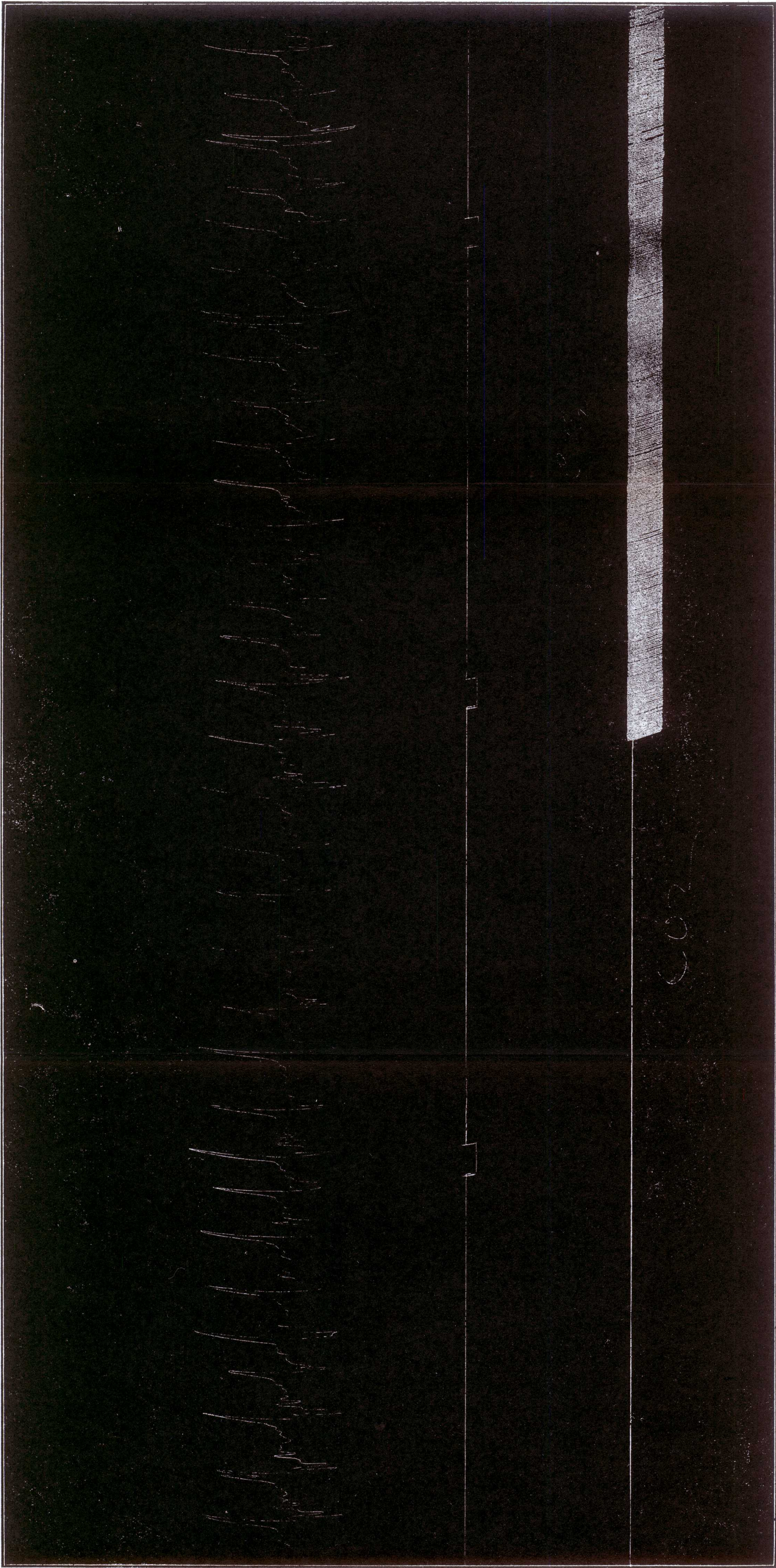
Traçat C. b. — Gos B, decapitat i amb el cap unit al tronc únicament pels dos pneumogàstres, segons el mètode de Heymans. Tronc dessagnat fins l'atur cardíac.
La inhalació de CO₂ a 30 per 100 pel tronc dona lloc a l'augment de la profunditat dels moviments respiratoris.



Aspirar tronco p por sup. resp. artificial

Acc. sup. p. sup. resp.

Tracat 4. a. — Tècnica habitual. Ritme postvagotòmic en el cap aïllat. malerat la prèvia suspensió de la respiració artificial del tronc : absència d'estimulació periferica



Traçat C. b. — Gos B, decapitat i amb el cap unit al tronc únicament pels dos pneumogàstres, segons el mètode de Heymans. Tronc dessagnat fins l'atur cardíac.
La inhalació de CO₂ a 30 per 100 pel tronc dona lloc a l'acceleració i a l'augment de la profunditat dels moviments respiratoris.



*vapors de ClH. n. s'ane del pulmó
després d'apnea*



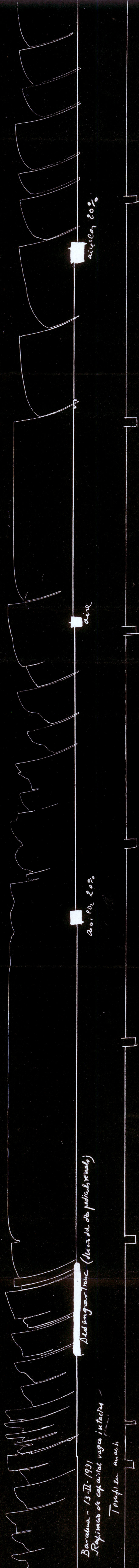
Traçat C. c. — Els mateixos gossos de l'altre traçat C. La inhalació de vapors de HCl, pel tronc, és causa d'apnea en el cap aïllat.



*Accur
sup derecho*

Accur sup. 7.5 in 2.

Traçat C. d. — Els mateixos gossos dels altres traçats C. Efectes de la doble vagotomia en els moviments respiratoris del cap, malgrat mancar els estímuls perifèrics circulatoris.



Barcelona - 13-II-1931
 Respiració de capçaltes vagues i intactes
 Temps en minuts

Desenganxar tronc (deses del do pedicular, rumbos)

Baixa PO_2 20%

aire

aire CO_2 20%

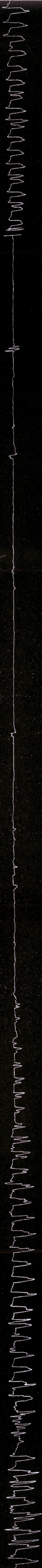
Tracat J. — La mescla d'anhidrid carbònic i d'aire a 20 per 100 respirada pel tronc dessagnat, estimula clarament els moviments respiratoris del cap aïllat sols amb comunicació vagal amb el tronc.



Sanguis arteria femoralis



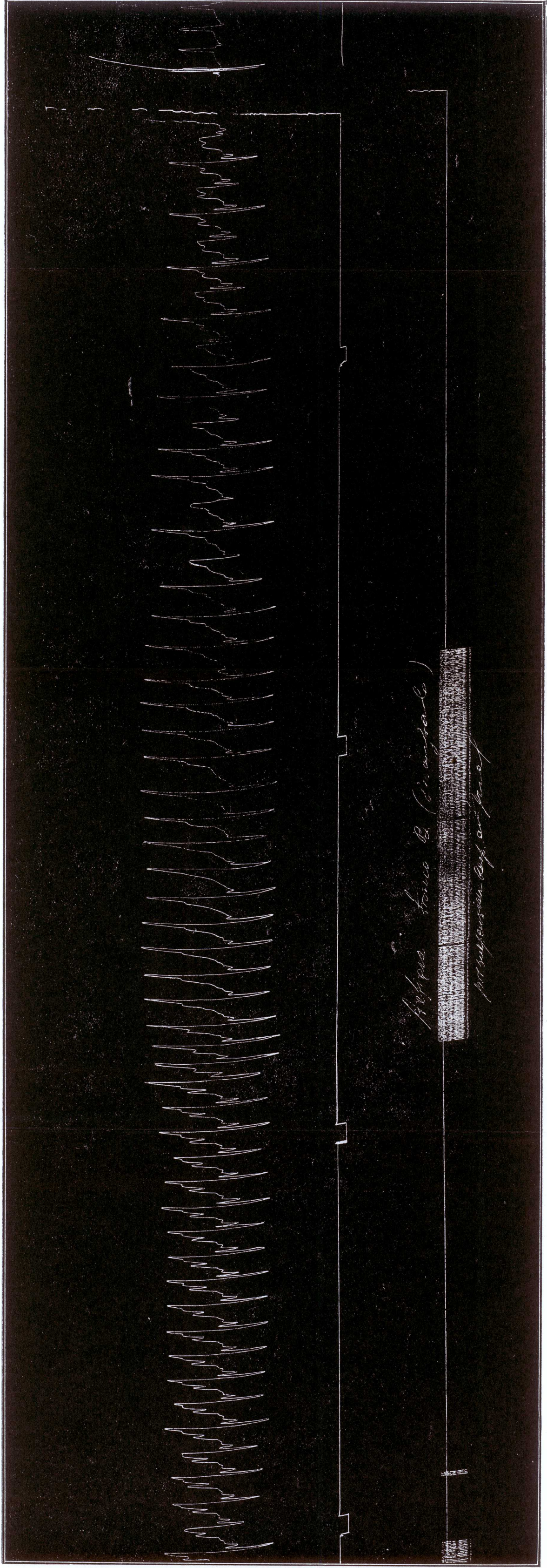
Tracat F. e. — Augment de l'extensió dels moviments respiratoris per la disminució de la tensió arterial : sagnia per l'artèria femoral (Heymans).



fragmente pectoris cadaveris

recher-puere

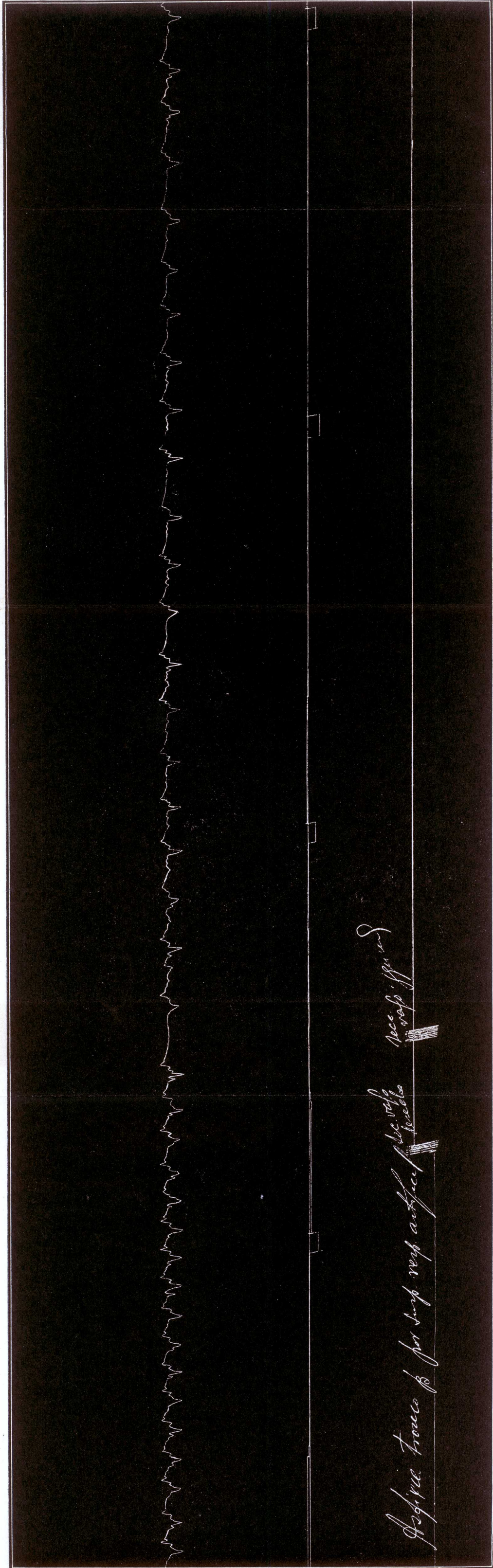
Tracat E. b. — Els mateixos gossos de la gràfica E. a. Suspensió dels moviments respiratoris del cap B pel pinçament del pedicle cardíac del tronc del mateix animal (fenomen de Heymans).



Prepara. tronc B. (Crabapple)

M. W. Stevenson, Dept. of Phys.

Traçat F. b. — Els mateixos gossos dels altres traçats F. Tècnica del cap aïllat de Heymans. Secció prèvia dels vagus per sota el cor. Tronc dessagnat. L'asfíxia del tronc és causa d'augment de profunditat respiratòria.



Traçat A. a. — Tècnica habitual. Ritme postvagotòmic en el cap aïllat, malgrat la prèvia suspensió de la respiració artificial del tronc : absència d'estímuls perifèrics d'ordre mecànic.