UTILISATION DE L'ORDINATEUR IBM-360: COMPILATION DES DONNEES ANESTHESIQUES

LOUIS FOURNIER, M.D., F.R.C.P. (C), HENRI DESMEULES, M.D., F.R.C.P. (C), PAUL-RENÉ TREMBLAY, M.D., F.R.C.P. (C), ET BERNARD PARADIS, M.D., C.R.C.P. (C)

LES ORDINATEURS ONT ÉTABLI en médecine une tête de pont qui ne pourra plus être repoussée. Les premiers à s'en rendre compte ont été les chercheurs qui ont vite compris quelle aide ces appareils pouvaient leur apporter dans leurs travaux.[1-2] Les cardiologues ont également été touchés par l'assaut de ces machines et ont pu les utiliser dans l'interprétation des ECG,[3] dans l'intégration des courbes de dilution du débit cardiaque,[4] etc. ... En médecine, plusieurs programmes sont en cours pour établir, grâce à ces cerveaux électroniques, un diagnostic ultra-rapide, suivi d'une suggestion thérapeutique adéquate.[5] Dans certains milieux les physiologistes qui s'occupent de la fonction respiratoire ont établi des programmes qui leur permettent de procéder très rapidement.[6-8] Les soins intensifs surveillés par un ordinateur semblent offrir des avantages que nous ne pourrons pas toujours ignorer.[9]

Dans quelques années le médecin sera aussi familier avec le cerveau électronique qu'il l'est aujourd'hui avec l'électrocardiographe. Il n'aura pas à connaître tout le fonctionnement de l'appareil pour pouvoir s'en servir, mais une connaissance au moins superficielle de ses possibilités sera nécessaire à son utilisation rationnelle.

Une des premières tâches que l'anesthésiste voudra confier à l'ordinateur sera probablement la compilation statistique des données anesthésiques.[10] En prévision de cette éventualité, il serait peut-être utile d'avoir une méthode permettant de garder ces données de façon à ces qu'elles soient utilisables par la machine, sans pour autant modifier quoi que ce soit aux feuilles de protocole d'anesthésie présentement employées.

DIVISION

Les notions que nous voulons exposer se basent sur l'utilisation de l'APL (A Programming Language) sur ordinateur IBM 360. Par contre, si l'ordinateur dont vous vous servirez ne parle que le FORTRAN (FORmula TRANSlator) il sera encore possible de lui faire digérer les données sans modification. Si, par malheur, vous n'avez jamais l'occasion d'entretenir de relation avec une ordinatrice, la compilation statistique sous la forme suggérée pourra encore servir à analyser manuellement les informations désirées d'une façon accélérée.

Nous allons donc tout d'abord envisager la méthode de travail de l'ordinateur en face des questions qui lui sont posées. De là nous verrons la codification des données anesthésiques de manière à les faire accepter par la machine. Enfin, nous essaierons de donner quelques exemples de ce que nous pouvons obtenir de cet appareil.

Mode de Travail de L'Ordinateur

L'ordinateur à qui l'on demande d'analyser un certain nombre de données ira chercher toujours aux mêmes endroits, dans sa mémoire, les informations qu'on lui commande d'analyser. Pour que les réponses soient exactes, il faut que le programmeur place à ces endroits toujours le même type d'information.

Ces sites sont facilement repérables par l'ordinateur et par le programmeur, si l'on divise le bloc des données anesthésiques en colonnes (verticales) et en rangées (horizontales). Chaque rangée représentera un patient tandis que les colonnes contiendront les informations que nous voulons mémoriser concernant ce patient, v.g. le nom du patient, son âge, son sexe, le genre d'anesthésie, etc. ...

Ainsi, si nous assignons une rangée à chacun de nos patients, nous pouvons mettre sous les colonnes 1, 2, 3, 4, & 5, les cinq premières lettres de leur nom, sous la colonne 6, leur sexe, sous la colonne 7, le genre d'anesthésie, sous la colonne 8, l'agent anesthésique employé, sous la colonne 9, les complications survenues en cours d'opération et ainsi de suite. De cette façon si nous demandons à l'ordinateur de nous calculer combien de complications sont survenues en cours d'anesthésie faite à l'Innovar, il sélectionnera dans la colonne 7, tous les cas d'anesthésie générale puis il ira dans la colonne 8 pour connaître quels sont parmi les cas d'anesthésie générale ceux qui ont reçu de l'Innovar, et enfin, il comparera ce dernier résultat avec la colonne 9 pour nous dire combien de complications sont survenues avec l'Innovar. Tout ce calcul ne prendra qu'une fraction de seconde.

Nous pouvons donc voir l'importance qu'il y a de toujours mettre à la même adresse les renseignements que nous voulons faire mémoriser par le ruban magnétique, puisque chaque colonne représente un groupe de renseignements bien définis.

Cet arrangement étant respecté, il n'y a pratiquement pas de limite aux calculs que l'ordinateur peut solutionner à partir des données qu'il a reçues. Il ne s'agit à ce moment là que de lui tracer les programmes qui lui feront effectuer le travail désiré.

Codification des Donnees

L'information que nous soumettons à l'ordinateur ne peut pas garder l'orthographe habituelle, car notre façon d'écrire est trop complexe pour lui. Il nous faut donc simplifier notre langage en codifiant nos énoncés par un chiffre ou par une lettre unique. Ce symbole sera alors adressé à la colonne appropriée. Dans l'exemple précédent, l'Innovar placé dans la colonne 8, est représenté par un numéro de code quelconque que nous lui avons choisi. De cette façon, tout ce que le calculateur a besoin de faire lorsqu'il recherche des patients qui ont reçu de l'Innovar, c'est de relever dans la colonne 8, tous les symboles représentant l'Innovar.

L'APL/360 met à notre disposition 130 colonnes. Chacune de ces colonnes ne peut contenir qu'un seul symbole par patient, soit un chiffre de 0 à 9, soit une lettre de A à Z. Si nous faisons le calcul nous trouvons que sur chaque patient nous pouvons théoriquement analyser 4680 données (130 × 36). Cependant, pour des raisons de rapidité des circuits de l'ordinateur, il est préférable de n'employer que des chiffres dans nos énoncés ou tout au moins un minimum de lettres. Cette dernière restriction ramène nos possibilités à un peu plus de 1300 renseignements. Cette

quantité d'informations sur chaque patient est amplement suffisante pour satisfaire à la demande de la plupart des services d'anesthésie.

L'utilisation des 1300 caractères disponibles sur l'ordinateur 360 se fait comme nous l'avons mentionné plus haut grâce à la codification des renseignements. La quantité de ces données varie avec les besoins de chaque service, mais il y a certaines informations qui sont indispensables pour chaque malade.

Chez tout patient, nous désirons retenir la date à laquelle il a reçu nos services, le nom de ce patient ou tout au moins une abréviation de son nom, son numéro de dossier, son âge, son poids, le risque opératoire qu'il représente ...

Parmi ces renseignements, il y en a qui sont à toute fin pratique déjà en langage compris par la machine et d'autres que nous devrons codifier.

Les données qui sont d'emblée assimilées par l'ordinateur sont celles qui sont énoncées sous forme numérique v.g. la date, l'âge, le poids, le risque opératoire, etc. ...

Les renseignements auxquels nous devrons donner un numéro de code sont ceux qui sont exprimés sous forme de mots v.g. genre d'anesthésie, substance anesthésique employée, complications survenues, genre d'opération, etc. ... Ce sont ces phrases qu'il nous faut convertir numériquement.

Prenant comme exemple les informations de routine qui sont nécessaires à l'identification de chaque cas d'anesthésie, nous verrons que cette conversion n'offre aucune difficulté.

Date

Tout d'abord considérons l'enregistrement de la date. Nous savons que cette information est déjà codifiée. Il faut cependant remarquer qu'elle nécessite l'emploi d'un minimum de cinq colonnes pour être mémorisée. Comme chaque colonne ne peut contenir qu'un seul caractère numérique choisi entre 0 et 9, il faudra employer deux colonnes pour indiquer le jour qui, lui, varie de 1 à 31. Les dates en bas du dix seront précédées d'un 0 afin de toujours employer les deux colonnes réservées pour cet item.

Les mois peuvent être placés sur une seule colonne même s'ils excèdent les dix chiffres mis à notre disposition. Nous pouvons représenter le dixième mois par le chiffre 0, le mois de novembre par la lettre N, le mois de décembre par un D et les autres mois par leur numéro respectif. Cette façon de procéder n'introduit que deux lettres dans les rouages de la machine, ce qui n'est pas suffisant pour la retarder d'une façon appréciable.

Nom & Numero de Dossier

Le même nom pouvant désigner des patients différents, nous le considérons comme peu important pour fin d'identification. Pour avoir une idée de l'identité du patient en question, nous ne conservons dans l'ordinateur que les premières lettres de son nom de famille. Ainsi pour la machine, un monsieur Constantin deviendra: C O N S T, si nous utilisons cinq colonnes pour l'enregistrement de cette information.

Pour ce qui est du numéro de dossier, les archivistes peuvent nous renseigner sur le mode de classification qu'ils emploient et prédire le maximum de symboles

qu'ils utiliseront. Nous sélectionnerons alors le nombre de colonnes requis pour mémoriser ce sujet. Ainsi, l'abréviation du nom et le numéro de dossier nous permettent de retrouver le patient désiré.

Age

L'âge des patients est déjà donné sous forme numérique, mais il présente un certain problème lorsqu'il s'agit des bébés chez qui l'âge se calcule en mois, en semaines, en jours ou en heures. Pour parer à cette difficulté, il ne s'agit que de réquisitionner trois colonnes pour inscrire l'âge au lieu des deux qui seraient suffisantes autrement. La première colonne indiquera s'il s'agit d'heures, de jours, d'années, de semaines ou de siècles. Les deux autres colonnes marquent le temps écoulé. Un adulte verra donc son âge précédé d'un 0, v.g. 0 7 0, mais s'il est centenaire il aura droit au chiffre 1 dans la première colonne. Dans le cas d'un enfant qui n'a pas encore atteint sa première année, un H, J, S ou M sera inscrit dans la première colonne pour indiquer si l'âge doit être exprimé en heures, jours, semaines ou mois. Ainsi, un ordinateur qui rencontre dans les colonnes réservées à l'âge, les symboles H 0 2, saura qu'il s'agit d'un poupon âgé de deux heures.

Notons que cette façon de procéder rend très facile l'identification des catégories de patients même sans l'aide de la machine lorsque ces données sont placées l'une au-dessus de l'autre dans un cahier ou sur une feuille.

Poids & risque operatoire

Le poids exprimé en livres requiert trois colonnes et s'inscrit tel quel. Le risque opératoire ne requiert qu'une seule colonne si on emploie la classification de l' "American Society of Anesthesiologists" qui divise les risques de 1 à 5. Les cas d'urgence seront affublés d'un chiffre supérieur à 5. Le 6 représentera un risque 1 en urgence, le 7 un risque 2 opéré d'urgence et le 0 (10) un risque 5 en urgence.

Service Rendu

Lorsque nous abordons la question du genre de soin que nous avons prodigué au patient nous entrons de plein-pied dans le champ de la codification. Ici, chacun établira son propre système et les exemples que nous donnons ne sont qu'un guide pour ceux qui voudraient avoir une idée sur la façon de procéder.

Les soins qu'un anesthésiste est appelé à rendre dans un hôpital et en particulier dans la salle d'opération sont nombreux et la façon de les prodiguer est également variée. Il est possible de classer ces services en plusieurs catégories telles que: anesthésie générale, régionale, infiltration, réanimation, consultations, etc... Nous pouvons donner un numéro à chacune de ces divisions et réserver une colonne dans l'ordinateur pour les enregistrer, ou bien, nous pouvons laisser au cerveau électronique le soin de déduire cette classification à partir des autres informations que nous donnerons sur le patient. Le travail que nous évitons en nous abstenant de faire nous-même les différentiations sera facilement perdu à programmer l'ordinateur pour faire la classification. Il sera plus facile de mettre dans une colonne réservée à cet effet, le chiffre 1 pour anesthésie générale, 2 pour régionale, 3 pour infiltration et ainsi de suite.

Agent anesthésique intra-veineux

Le même procédé peut s'employer pour les anesthésiques intra-veineux. Le chiffre 0 indique que le patient n'a pas reçu d'agent anesthésique par voie parentérale. Le chiffre 1 pourra représenter le thiopental, le 2 du diazepam et ainsi de suite pour tous les agents les plus populaires dans le service d'anesthésie concerné. Il est entendu que les combinaisons telles que thiopental-diazepam pourront également être représentées par un nombre.

Autres

Nous voyons donc que toutes les informations que nous voulons conserver au sujet d'un patient peuvent se grouper sous des têtes de chapitre pour lesquelles nous réservons une colonne. Sous cette colonne, chaque item pourra se voir allouer un chiffre qui le représentera dans la mémoire de l'ordinateur.

Un item qui aurait pu être laborieux à codifier, est la nature de l'intervention pratiquée sur le patient. Heureusement pour nous, la Fédération des Médecins Spécialistes du Québec a numéroté par quatre chiffres toutes les opérations actuellement pratiquées dans la province. Cette émunération peut être transmise telle quelle à l'ordinateur. Ainsi la cholécystectomie sera représentée par : 7 8 6 6 dans l'ordinateur sous les quatre colonnes désignées pour consigner ce renseignement.

CONSERVATION DE L'INFORMATION

Toute cette codification se fait habituellement sur les feuilles d'anesthésie elles-mêmes, dans les services où l'ordinateur est déjà utilisé depuis quelque temps. C'est ainsi que nous voyons sur la feuille de ces services, des petits carrés dans lesquels est inscrit le numéro de la colonne où l'information sera conservée. A côté de ces carrés, les chiffres de 1 à 9 sont placés vis-à-vis l'item que chacun d'eux représente.

Cependant, pour les services qui ne font que débuter dans l'utilisation des ordinateurs, ou qui n'ont pas encore la possibilité de se servir de cette machine, la modification de la feuille d'anesthésie peut s'avérer une tâche onéreuse sinon inutile. La codification pourra subir plusieurs modifications avant d'atteindre sa forme définitive et alors il faudra refaire la feuille d'anesthésie à plusieurs reprises. De plus, si l'ordinateur n'est pas encore disponible dans votre hôpital, les informations codifiées consignées sur la feuille d'anesthésie seront tout aussi difficiles d'accès qu'avant leur codification. En effet, chaque feuille devra être manipulée individuellement pour recueillir l'analyse désirée.

Une méthode, qui dans notre service s'est avérée efficace pour retenir les avantages de la codification, a été de transcrire dans un livre toutes les informations numérotées. Ce livre servait auparavant à inscrire le honoraires mais contenait par nécessité plusieurs autres renseignements tels la date, le nom, le numéro de dossier, le genre d'anesthésie, le genre d'opération, la durée, etc... Il n'a été nécessaire que d'augmenter le nombre de ces données, ce qui fut très facile à cause de la présentation numérique de ces renseignements qui prend peu d'espace. Nous possédons ainsi un cahier où tous les patients sont codifiés de la même façon que dans l'ordinateur. Si nous n'avions par les services de cet appareil

électronique, il serait quand même très facile de retrouver et calculer tous les renseignements statistiques désirés en nous référant à la colonne appropriée et en y cherchant le numéro désiré. Cette recherche est d'autant plus facile pour ceux qui ont suivi les cours de lecture rapide qui les entraînent à relever les caractères désirés en oubliant les autres.

La majorité des services d'anesthésie ont de ces petits bouquins où certains renseignements particuliers sont consignés. Il serait facile pour eux de convertir cette page pour contenir toutes les informations utiles à leurs études et avoir à leur disposition un cahier de notes faciles à étudier par leur propre moyen ou à l'aide d'un ordinateur.

Exemples

Afin d'illuster et en même temps résumer la façon de procéder que nous suggérons, prenons trois exemples simples que nous allons essayer de codifier.

Le premier pourrait être une dame en bonne santé qui le 5 septembre 1970, a subi une cholécystectomie après avoir été induite au thiopental, intubée à l'aide de la succinylcholine et maintenue inconsciente avec oxygène-protoxyde-halothane.

Le second serait un monsieur qui se présente à l'urgence le 8 octobre 1970 avec une hernie étranglée, après un repas copieux et qui subit l'opération dans les heures qui suivent son admission grâce à une péridurale à la mépivacaine.

Notre troisième exemple pourrait être un monsieur que reçoit une infiltration sus-scapulaire à la lidocaïne, le 10 décembre 1970, pour douleur arthritique de l'épaule gauche et qui en plus, souffre d'une insuffisance cardiaque compensée.

La légende de notre code peut se conserver sur un feuille séparée ou incorporée au cahier de façon à ce que tous les membres du service puissent en prendre connaissance et y référer si nécessaire. Ce code pourrait avoir la forme suivante (le chiffre qui précède le titre, indique le numéro de la colonne où se trouvent les renseignements):

9 SEXE:
- 1—mâle
- 2—Femelle

10 RISQUE OPERATOIRE:
- 1 à 5—A.S.A.
- 6 à 0—A.S.A. (urgence)

11 GENRE D'ANESTHESIE:
- 1—Générale
- 2—Régionale
- 3—Infiltration
- 4—Réanimation
- 5—Consultation
- 6—

12 ANESTHESIQUE INTRA-VEINEUX:
- 0—Aucun
- 1—Thiopental
- 2—Diazepam
- 3—Thiopental-Diazepam
- 4—Narcotique
- 5—

13 ANESTHESIQUES PAR INHALATION:
- 0—Aucun
- 1—02
- 2—02 & N20
- 3—02 & Halothane
- 4—02 & N20 & Halo
- 5—02 & Penthrane

14 CURARES:
- 0—Aucun
- 1—Succinylcholïne
- 2—d-tubo
- 3—Gallamine
- 4—
- 5—

15 MODE DE VENTILATION:
- 0–Aucun
- 1–Au masque
- 2–Intubation oro-trachéale
- 3–Intubation naso-trachéale
- 4–
- 5–

16 REGIONALES:
- 0–Aucun
- 1–Péridurale simple
- 2–Péridurale continue
- 3–Rachidienne
- 4–
- 5–

17 ANESTHESIQUES LOCAUX:
- 0–Aucun
- 1–Lidocaine
- 2–Lidocaine & épinéphrine
- 3–Mepivacaine
- 4–Prilocaine
- 5–

18 INFILTRATIONS:
- 0–Aucun
- 1–Sus-scapulaire
- 2–Trijumeau
- 3–
- 4–
- 5–

Nous pourrions continuer cette division jusqu'à la 130ième colonne mais pour les besoins de l'illustration, nous pouvons nous limiter à ces quelques divisions. La majorité des services d'anesthésie auront besoin d'au moins 50 à 75 colonnes et ceux qui veulent réellement tout scruter pourront employer les 130 colonnes.

Les trois patients fictifs que nous avons mentionnés plus haut pourront, à partir de la légende que nous venons d'établir, se présenter dans notre cahier de la même façon qu'au Tableau I.

Nous trouvons cette manière de procéder très facile d'emploi et les données ainsi conservées peuvent être transmises telles quelles à l'ordinateur. Nous voyons au Tableau II, la forme sous laquelle la mémoire magnétique conserve les informations que nous lui avons dictées.

A partir de ce bloc de chiffres, elle peut nous donner toutes les analyses que

TABLEAU I

COMPILATION DES DONNEES CODIFIEES AVANT LEUR ENTREE DANS L'ORDINATEUR

DATE	NOM	Sexe	Risque operatoire	Genre d'anesthesie	Substances intra-veineuses	Substances par inhalation	Curares	Mode de ventilation	Regionales	Anesthesiques locaux	Infiltrations	Genre d'operation				
COLONNES:																
#1 @ 5	6—7—8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
05-9-70	BERnabé, Jos	2	1	1	1	4	1	2	0	0	0	7	8	6	6
08-0-70	PERroquet, G.	1	7	2	0	0	0	0	1	3	0	7	9	7	4
10-0-70	TREmblay, T.	1	3	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

NB: la clef du code est donnée dans le texte

TABLEAU II

DONNEES CODIFIEES TELLES QU'ELLES APPARAISSENT DANS L'ORDINATEUR IBM 360

LISTE

013270642233*BEN*2617516	1310000	024	66310030000000100000
020270136646*DEB*4212721	1370100	012	59000015000000000000
030270134877*COC* 5218412	8000070	036	15010045000000100000
030270686514*LON* 2815011	0000005	025	11310020044000000000
0402702*C*6754*DIO* 2213011	1310500	024	81570030000000800000
040270214064*SOU* 3216311	1110500	034	61300100000000800000
040270138482*LEV* 0707034	1120000	040	72200100000000500000
050270136646*DEB*4212721	1370100	012	59000015000000700000
050270304391*BOU*4917212	1370100	012	59000015000000000000
060270138238*CHA*7016823	1310000	020	84040025000000100000
060270646514*LON* 2815011	0000005	015	11310015040000000000
060270686386*LUS* 3617011	0000005	010	14540015084000000000
060270629749*THI* 4014511	0000005	010	14540010084000000000
070270238641*BLO* 2318216	1310000	032	62570040000000100000
110270204617*BRO* 3516011	1110500	030	61190100000000800000

NB: la clef du code n'est pas donnée pour préserver l'anonymat.

TABLEAU III

SUJET

STATISTIQUES DU SERVICE D'ANESTHESIE-REANIMATION

CALCUL FICTIF POUR FIN DE DEMONSTRATION

CALCULS EFFECTUES SUR: IBM 360
PROGRAMME EN LANGAGE: APL
PAR: L.F.

```
□          TURC
      QUEL MOIS?
       2
```

NOMBRE DE: CAS:

	AH	AE	EH	EE	NN	TH	TE
GENERALES	13	1	24	1	0	37	2
REGIONALES	3	1	4	0	0	7	1
INFILTRATIONS	3	3	3	9	0	6	12
AUTRES	0	0	0	0	0	0	0
TOTAUX	19	5	31	10	0	50	15

DUREE:

	AH		AE		EH		EF		NN		TH		TE	
GENERALES	5	20	0	20	15	20	0	30	0	0	20	40	0	50
REGIONALES	2	45	0	45	2	20	0	0	0	0	5	5	0	45
INFILTRATIONS	1	5	0	40	0	45	2	15	0	0	1	50	2	55
AUTRES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAUX	9	10	1	45	18	25	2	45	0	0	32	5	C0	TOTAL

LEGENDE: AH = ADULTES HOSPITALISES—AE = ADULTES EXTERNES—EH = ENFANTS HOSPITALISES—EE = ENFANTS EXTERNES—NN = NOUVEAU-NES—TH = TOTAL DES HOSPITALISES—TE = TOTAL DES EXTERNES

NB: les seuls commandements "SUJET" & "TURC" entraînent le calcul et l'impression des résultats tels qu'ils apparaissent dans le tableau.

nous désirons à la condition de la programmer à cet effet. Nous pouvons voir àu Tableau III, un calcul effectué par l'ordinateur. Il a été programmé de façon à ce qu'aux commandements "SUJET" & "TURC", il divise les cinq catégories de patients que nous rencontrons dans notre hôpital et nous renseigne sur le nombre et le genre de services rendus pour chacune de ces catégories. Ce travail effectué, le calculateur procède à l'addition du temps consacré à chaque groupe de patients suivant le service rendu.

CONCLUSION

Nous n'avons pas la prétention d'avoir donné tous les renseignements nécessaires à l'emploi d'un ordinateur et toutes les possibilités offertes par cet appareil. Notre but était beaucoup plus modeste, puisqu'il ne s'agissait que de donner une idée du mode d'opération de l'ordinateur. Nous espérons que nos explications sont assez simples pour dissiper l'appréhension que certains semblent manifester devant la complexité apparente de ces cerveaux mis à notre disposition pour simplifier notre travail et non pour le compliquer.

RÉSUMÉ

La compilation statistique de données anesthésiques est l'une des nombreuses applications des ordinateurs en médecine.

Ce travail décrit l'utilisation de l'APL (A Programming Language) sur ordinateur IBM-360. Le mode de travail de l'ordinateur est exposé ainsi qu'une technique de codification de données statistiques utiles à l'anesthésiste. Cette technique est simple, rapide et permet d'emmagasiner de multiples renseignements qui demeurent facilement accessibles.

REFERENCES

1. WAGNER, J. G. Use of Computers in Pharmacokinetics. Clin. Pharmacol. Ther. *8* (Part 2): 201 (1967).
2. ACKERMAN, E.; STRICKLAND, E. H.; HAZELRIG, J. B.; & GATEWOOD, L. C. Computers in Biomathematical Applications. Clin. Pharmacol. Ther. *8* (Part 2): 170 (1967).
3. STEINBERG, C. The Role of Analog & Digital Computers in Medicine and Biology. Progr. Cardiovasc. Dis. *5*: 350 (1963).
4. WILBER, S. A. & SHEPPARD, L. C. Clinical Estimation of Cardiac Output. IBM Tech. Bull. IBM World Trade Corporation.
5. THOMAS, E. L. The Future of Computers in Anaesthesia. Can. Anaes. Soc. J. *15*: 519 (1968).
6. AYERS, W. R.; WARD, S. A.; WEIHRER, A. L.; ABRAHAM, S.; & CACERES, C. A. Description of a Computer Program for Analysis of the Forced Expiratory Spirogram J. Instrumentation and Programming. Comput. Biomed. Res. *2*: 207 (1969).
7. MOSER, K. M.; TORZEWSKI, D. F.; & NUBLA, L. E. Practical Computer Program Routine Spirometric Testing Using the "Time-Sharing" Concept. Dis. Chest. *56*: 92 (1969).
8. DENNIS, M. W.; DOUGLAS, J. S.; CASBY, J. U.; STOLWIJK, J. A. J.; & BOUHUYS, A. On-line Analog Computer for Dynamic Lung Compliance and Pulmonary Resistance. J. Appl. Physiol. *26*: 248 (1969).
9. OSBORN, J. J.; BEAUMONT, J. D.; RAISON, J. C. A.; RUSSELL, J.; GERBODE, F. Measurement and Monitoring of Acutely Ill Patients by Digital Computer. Surgery. *64*: 1057 (1968).
10. MOORE, D. C.; BRIDENBAUGH, L. D.; BAGDI, P. A.; & BRIDENBAUGH, P. O. Tabulation of Anaesthetic Data: An Improved System. Anesthesiology. *29*: 595 (1968).