

seio 2018



# Nuevos modelos bicinéticos OIR: Aplicación a la estimación de una incorporación desconocida de Co-60

New biokinetic models OIR: Application to the estimation of an unknown incorporation of Co-60

J. G. Sánchez León, J. M. Rodríguez Díaz, M. A. López Ponte  
<http://diarium.usal.es/guillermo/>

seio 2018



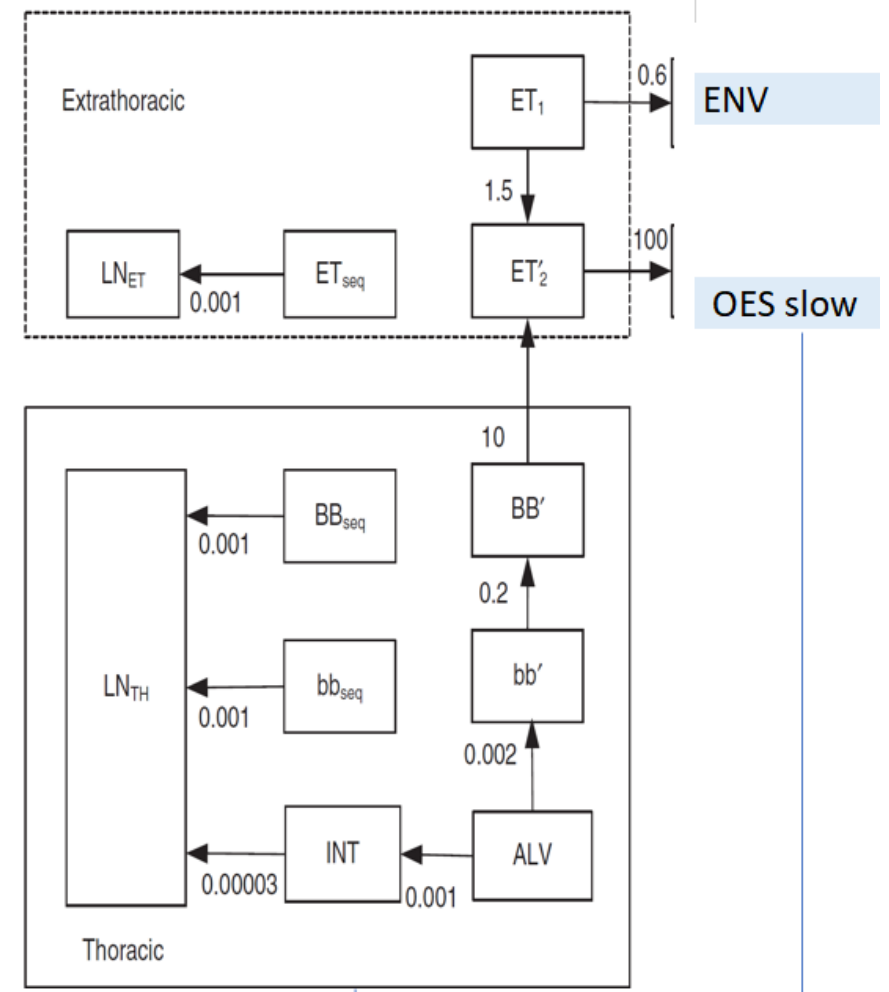
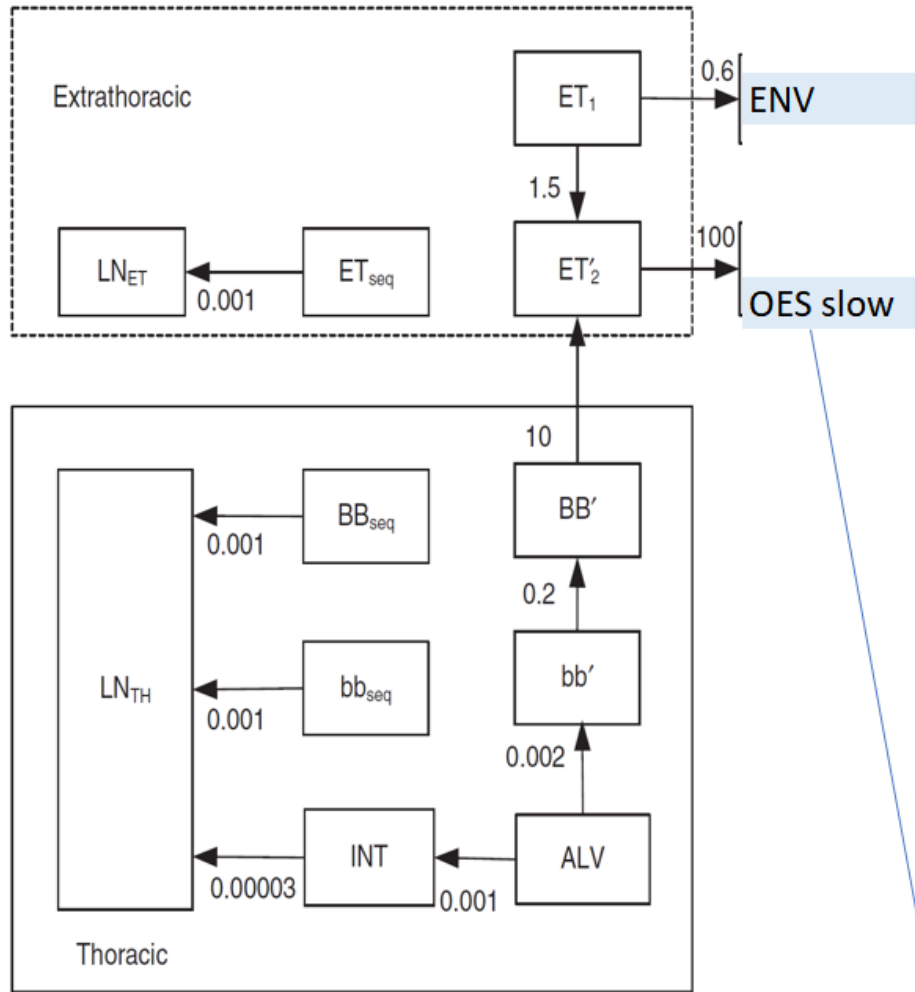
The ICRP periodically publishes guidelines with the biokinetic models applicable to the distribution of radioactive isotopes in the human body. A thorough revision of the models applicable so far is under way; is what has been called OIR models. Some have already been published: new model of the respiratory tract [ICRP 130], revision of the systemic models of some elements [ICRP 134, ICRP 137], and soon new guidelines will be published to include other elements. One of the applications of these models is to estimate the incorporation of radioactive substances by bioassays (measures of urinary excretion, pulmonary retention, etc.) where the use of optimal design of experiments is highly recommended (Sánchez-León & Rodríguez-Díaz 2007) . We have studied a case of accidental incorporation by inhalation of Co-60 applying the new models.

La ICRP publica periódicamente guías con los modelos biocinéticos aplicables a la distribución de isótopos radiactivos en el cuerpo humano. Se está procediendo a una revisión profunda de los modelos aplicables hasta ahora; es lo que se ha llamado modelos OIR. Algunos ya se han publicado: nuevo modelo del tracto respiratorio [ICRP 130], revisión de los modelos sistémicos de algunos elementos [ICRP 134, ICRP 137], y en breve se publicarán nuevas guías para ir incluyendo otros elementos. Una de las aplicaciones de estos modelos es estimar la incorporación de sustancias radiactivas mediante bioensayos (medidas de la excreción urinaria, retención pulmonar, etc.) donde es muy recomendable el empleo de diseño óptimo de experimentos (Sánchez-León & Rodríguez- Díaz 2007). Hemos estudiado un caso de incorporación accidental por inhalación de Co-60 aplicando los nuevos modelos.

Rapid dissolution (fr): IRF x fr

TRACTO RESPIRATORIO

Slow dissolution (1- fr): IRF x (1 - fr)



ICRP 130

Sr:{100, 3, 3}

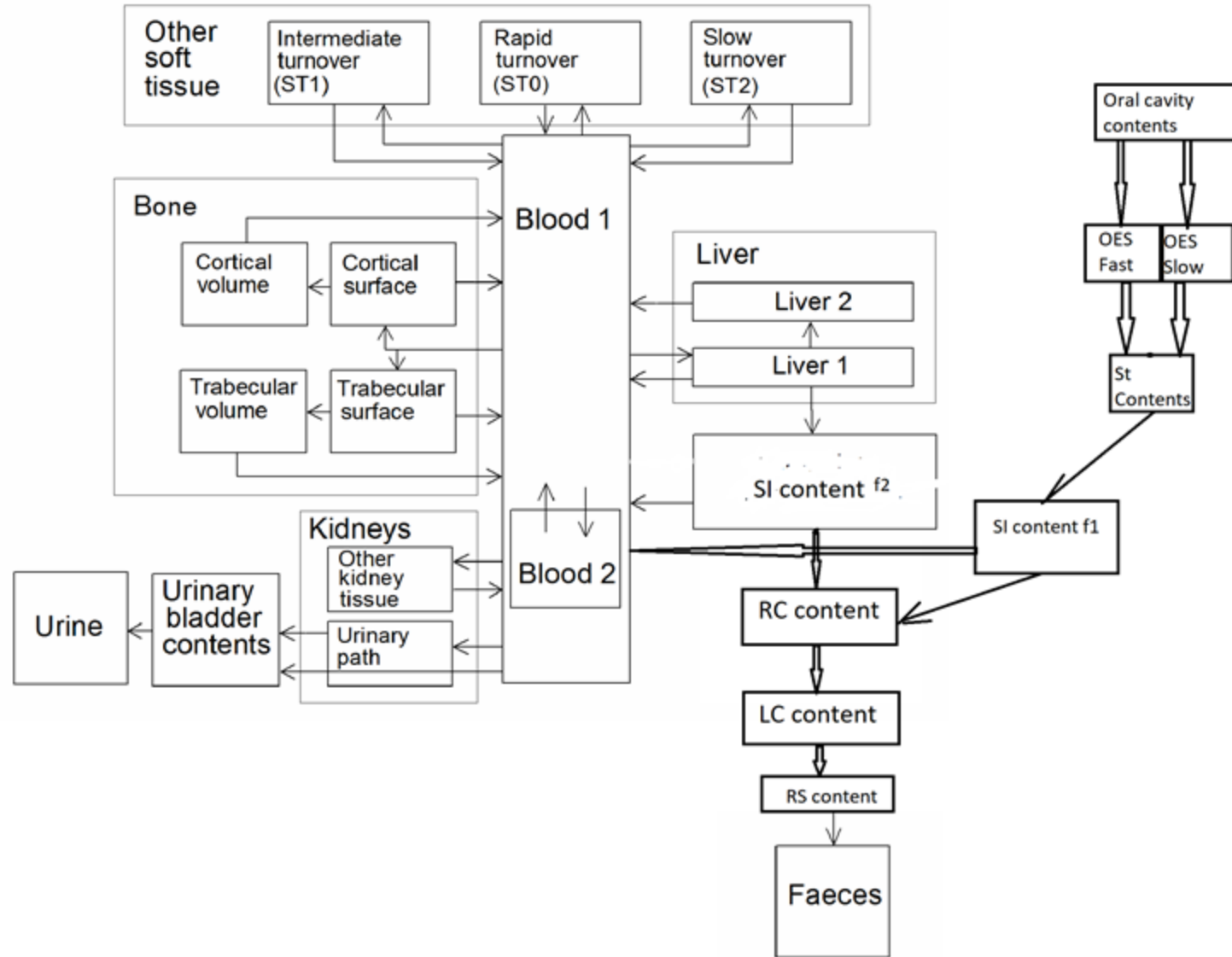
Blood

St contentf1

Ss:{n.a., 0.005, 0.0001}

ICRP134  
ICRP100

C  
o  
b  
a  
l  
t



## NEW COBALT MODEL

(Updated: 2017-12-14) This is a testing web page for Cobalt model according to ICRP 130 (OIR Part I) and OIR Part III (ICRP134). Different intake pathways can be selected by the users. The recommended parameter values by OIR Part III (ICRP 134) are the following: (i) Inhalation Factors {fA, fr, sr, ss} => S= {0.001, 0.01, 1, 0.0001}; M={0.02, 0.2, 1, 0.005}; F: {0.1, 1, 1, "na"}; (ii) Ingestion: {All chemical form fA=0.1 and insoluble oxides fA=0.05}; (iii) Injection: It is enough to select "Injection" in the drop-down menu. The users can introduce recommended parameter values or other values for different evaluations. The disintegration constant, in 1/day, of the corresponding isotope should also be introduced (Co 60 is used here as example). If you chose Inhalation, a single intake for AMAD 5 micrometers, using the type S parameter values, are used but you can change these values.

Intake pathway:  AMAD :

fA:  fr(only inhalation):  sr(only inhalation):  ss(only inhalation):  Disintegration constant (in days<sup>-1</sup>):

Push EVALUATE, wait a few seconds. Warning: The drop-down list always shows "---" after the selection of the pathway of the intake, but the table with the results and the graph correspond to the selected intake (Inhalation, ingestion, injection)..

Evaluate

*results*

### IRF and Excretion factors

days	RespTract	Lungs	Wb	Fec24h	Urine24h
1	0.122141	0.0620135	0.613022	0.0858581	0.000334641
2	0.0679845	0.0601625	0.329114	0.268835	0.00014048
3	0.0601096	0.0586931	0.151561	0.175553	0.0000808365
4	0.0581218	0.0574915	0.0849653	0.066264	0.0000565934
5	0.057026	0.0564937	0.0651392	0.0197255	0.0000430055
6	0.056176	0.0556571	0.0594934	0.00558491	0.0000341779
7	0.0554666	0.0549505	0.0575263	0.00191728	0.0000280206
8	0.0548645	0.0543498	0.0564933	0.000988672	0.0000235517
9	0.0543491	0.0538355	0.0557488	0.000703922	0.0000202232
10	0.0539046	0.0533918	0.0551405	0.000570552	0.0000176947

# Ejemplo de aplicación a BIOENSAYO

Un trabajador se ha expuesto a una incorporación accidental de aerosoles (inhalación) de Cobalto 60. Se le han realizado dos tipos de bioensayos: Media del contenido de  $^{60}\text{Co}$  en todo el cuerpo (Bq en *Whole body*) y excreción urinaria (Bq/d). Los resultados se muestran en la tabla. Se trata de estimar la cantidad de  $^{60}\text{Co}$  incorporada accidentalmente por el trabajador. Se ha supuesto que el factor de absorción fr (relacionado con la solubilidad fe era desconocido). Para el calculo se ha utilizado Biokmod desarrollado utilizando Mathematica, al que se le han incorporado nuevos modelos OIR, como es el del Cobalto.

<b>Time after intake (d)</b>	<b>Type of measurement</b>	<b>Activity measurement (Bq)</b>	<b>Percentage uncertainty (<math>\pm 2</math> SD)</b>
1	Whole body	18500	$\pm 4\%$
10	Whole body	1875	$\pm 5\%$
30	Whole body	1470	$\pm 5\%$
1	Urine (spot)	11.2	$\pm 10\%$
10	Urine (true 24 h)	0.3	$\pm 15\%$

Solución:

1) Se construyen dos funciones que calculan retención en cuerpo entero y la excreción urinaria como función de la incorporación *inp* y de *fr*.

```
co60Wb[t1_, inp_?NumericQ, fr_?NumericQ] := inp (RWB[t1] /. qCoInhalationBioassay[t1, idfAMAD5, 0.001, fr, 1, 0.0001, kCo60]);
```

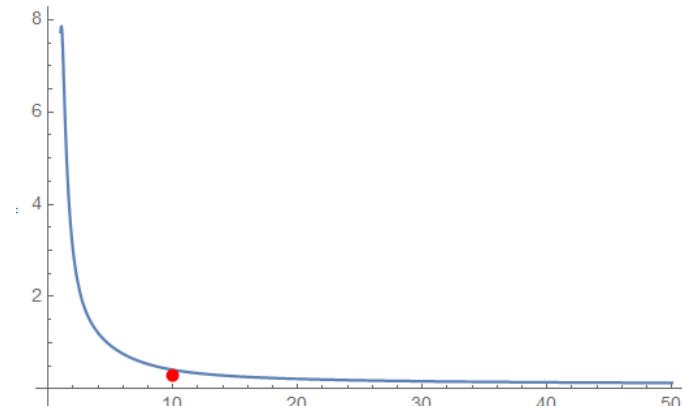
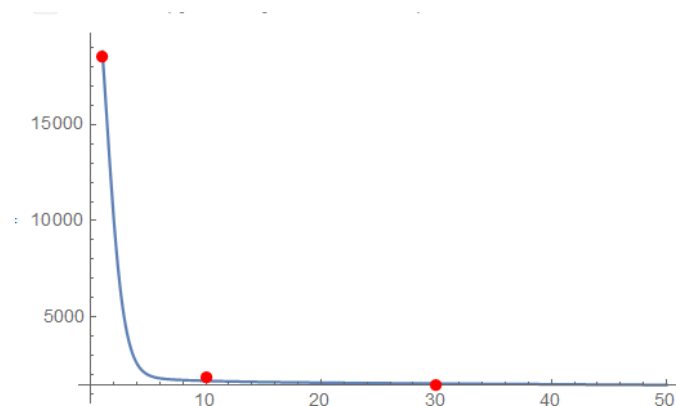
```
co60Uri[t1_, inp_?NumericQ, fr_?NumericQ] := inp (qUri[t1] /. qCoInhalationBioassay[t1, idfAMAD5, 0.001, fr, 1, 0.0001, kCo60]);
```

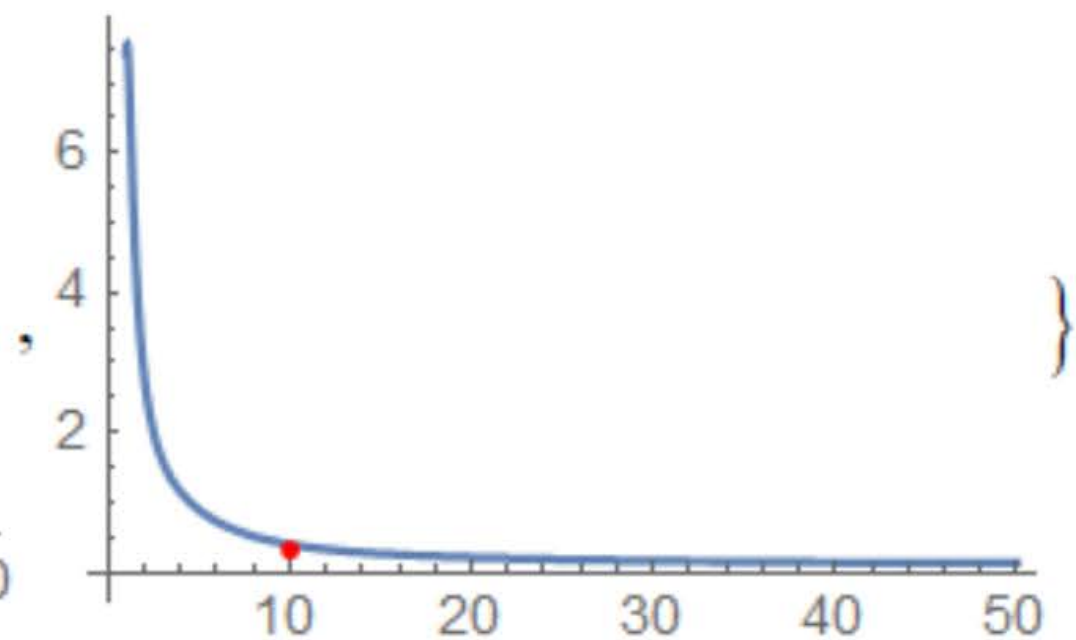
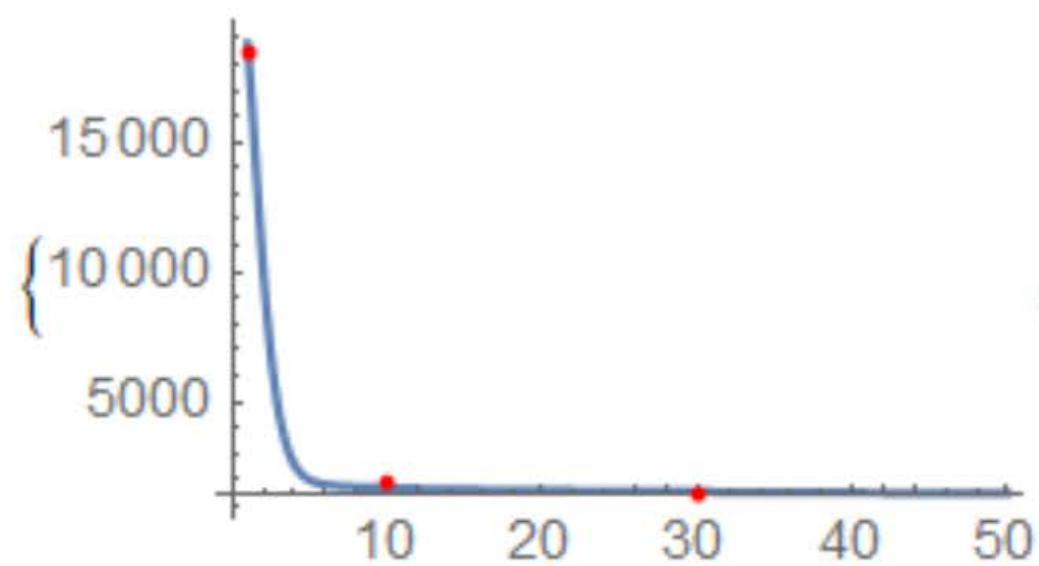
2) Se utiliza una función incorporada a Biokmod que permite el ajuste de los parámetros por regresión no lineal y se obtiene los valores de *inp* y de *fr* que *minimizan*  $Ji^2$ .

```
FindMinimum[X2FitE[{inp, fr}, sampleWb, co60Wb[t1, inp, fr], sampleUri, co60Uri[t1, inp, fr], t1], {inp, 10000, 100000}, {fr, 0.001, 0.2}] //  
Timing
```

```
{inp, fr} = {inp, fr} /. %[[2, 2]]
```

```
{30635.9, 0.00464543}
```







# Conclusiones

La ICRP ha actualizado los modelos metabólicos de distintos elementos y partes del organismo:

- ICRP, 2015. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 1. ICRP Publication 130. [Incluye en Tracto Respiratorio]
- ICRP, 2016. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 2. ICRP Publication 134.[Incluye el modelo del cobalto al que nos hemos referido]
- El nuevo modelo del Cobalto de ha incorporado en Biokmod:  
<http://oed.usal.es/webMathematica/Biokmod/biokmod12.jsp>
- Se ha estudiado un caso de incorporación puntual accidental por un trabajador de Cobalto 60. A partir de los resultados de dos tipos de bioensayos (modelo multirespuesta) se ha estimado la incorporación por el trabajador. El caso procede de un ejercicio de intercomparación siendo evaluado por distintos grupos. El resultado por nosotros obtenidos es casi coincidente con la media de la intercomparación.
- El mismo caso se analiza aplicando DOE en GT07-1 [Optimal designs for multiresponse models assuming double covariance structure](#)