```
1    #cov:mat, rr:vector
2    haz<-function(ti, covi, rr, aa, bb, t1) {
3            n_ti<-max(which(t1<ti))
4            ifelse(t1[n_ti]==0, exp(covi%*%rr), exp(covi%*%rr + sum(aa*exp(-bb*(ti-t1[2:n_ti])))))
5            }
6
7    haz2<-function(ti, bb, t1) {
8            n_ti<-max(which(t1<ti))
9            ifelse(t1[n_ti]==0, 0, sum(exp(-bb*(ti-t1[2:n_ti]))))
10           }
11
12   haz3<-function(ti, aa, bb, t1) {
13           n_ti<-max(which(t1<ti))
14           ifelse(t1[n_ti]==0, 0, sum(aa*exp(-bb*(ti-t1[2:n_ti]))*(t1[2:n_ti]-ti)))
15           }
16
17   haz7<-function(ti, aa, bb, t1) {
18           n_ti<-max(which(t1<ti))
19           ifelse(t1[n_ti]==0, 0, sum(aa*exp(-bb*(ti-t1[2:n_ti]))*((t1[2:n_ti]-ti)^2)))
20           }
21
22   haz8<-function(ti, bb, t1) {
23           n_ti<-max(which(t1<ti))
24           ifelse(t1[n_ti]==0, 0, sum(exp(-bb*(ti-t1[2:n_ti]))*(t1[2:n_ti]-ti)))
25           }
26
27   Mnum_i_derv<-function(i, j, length_ni, dat, x, zz){
28           cov_num<-dim(zz)[2]
29           rr=x[1:cov_num]; aa=x[(cov_num+1)]; bb=x[(cov_num+2)]
30
31           ni<-length_ni[i]
32           if(ni>2){
33           t_i<-dat[i,j]
34           num_ij<-haz(ti=t_i, covi= zz[i,], rr=rr, aa=aa, bb=bb, t1=dat[i,])
35           num_ij1<-haz2(ti=t_i, bb=bb, t1=dat[i,])
36           num_ij2<-haz3(ti=t_i, aa=aa, bb=bb, t1=dat[i,])
37           num_ij3<-haz7(ti=t_i, aa=aa, bb=bb, t1=dat[i,])
38           num_ij4<-haz8(ti=t_i, bb=bb, t1=dat[i,])
39           }#if
40           res_num_ij<-c(num_ij,num_ij1,num_ij2,num_ij3,num_ij4)
41           return(res_num_ij)
42   }
43
44   Mnum_derv<-function(i, length_ni, dat, x, zz){
45           nc<-dim(dat)[2]
46           temp_num_i1<-rep(NA, (nc-1))
47           temp_num_i<-c()
48           ni<-length_ni[i]
49           if(ni>2){
50           #temp_num_i[2:(ni-1)]<-sapply(2:(ni-1), Mnum_i_derv, i=i, length_ni=length_ni, dat=dat, x=x, zz=zz)
51                   for (k in 2:(ni-1)){
52                           temp_num_i1<-sapply(k, Mnum_i_derv, i=i, length_ni=length_ni, dat=dat, x=x, zz=zz)
53                           temp_num_i<-cbind(temp_num_i, temp_num_i1)
54                   }
55           }#if
56           return(temp_num_i)
57   }
```

```
76    Mden_i_derv<-function(i, j, length_ni, dat, x, zz){
77            cov_num<-dim(zz)[2]
78            rr=x[1:cov_num]; aa=x[(cov_num+1)]; bb=x[(cov_num+2)]
79            comb<-combn(seq(1:cov_num),2)
80            comb_num<-dim(comb)[2]
81
82            comb_zz<-c()
83            for (jj in 1:comb_num){
84                    pre_comb_zz<-zz[,comb[1,jj]]*zz[,comb[2,jj]]
85                    comb_zz<-cbind(comb_zz, pre_comb_zz)
86            }
87
88            nr<-dim(dat)[1]
89            nc<-dim(dat)[2]
90            ni<-length_ni[i]
91
92            if(ni>2){
93            t_i<-dat[i,j]
94
95            temp_Aij<-c()
96            temp_Aij1<-c()
97            temp_Aij2<-c()
98            temp_Aij3<-c()
99            temp_Aij4<-c()
100           temp_Aij5<-c()
101           temp_Aij6<-c()
102           temp_Aij7<-c()
103           temp_Aij8<-c()
104           temp_Aij9<-c()
105           temp_Aij10<-c()
106           temp_Aij11<-c()
107           temp_Aij12<-c()
108
109           res_Aij<-rep(NA,(8+4*cov_num+comb_num))
110
111           for(k in 1:nr){
112                   #print(k)
113                   if (t_i<=dat[k,nc]) { #note: tie data <=
114                           Aijk<-haz(covi= zz[k,], ti=t_i, rr=rr, aa=aa, bb=bb, t1=dat[k,])
115                           Aijk2<-haz2(ti=t_i, bb=bb, t1=dat[k,])
116                           Aijk3<-haz3(ti=t_i, aa=aa, bb=bb, t1=dat[k,])
117                           Aijk7<-haz7(ti=t_i, aa=aa, bb=bb, t1=dat[k,])
118                           Aijk8<-haz8(ti=t_i, bb=bb, t1=dat[k,])
119                           temp_Aij<-c(temp_Aij, Aijk)
120                           temp_Aij1<-cbind(temp_Aij1, Aijk*zz[k,])
121                           temp_Aij2<-c(temp_Aij2, Aijk*Aijk2)
122                           temp_Aij3<-c(temp_Aij3, Aijk*Aijk3)
123                           temp_Aij4<-cbind(temp_Aij4, Aijk*(zz[k,]^2))
124                           temp_Aij5<-c(temp_Aij5, Aijk*(Aijk2^2))
125                           temp_Aij6<-c(temp_Aij6, Aijk*(Aijk3^2))
126                           temp_Aij7<-c(temp_Aij7, Aijk*Aijk7)
127                           temp_Aij8<-cbind(temp_Aij8, Aijk*zz[k,]*Aijk2)
128                           temp_Aij9<-cbind(temp_Aij9, Aijk*zz[k,]*Aijk3)
129                           temp_Aij10<-c(temp_Aij10, Aijk*Aijk2*Aijk3)
130                           temp_Aij11<-c(temp_Aij11, Aijk*Aijk8)
131                           temp_Aij12<-cbind(temp_Aij12, Aijk*comb_zz[k,])
132                           }#if
133                   }#k
134           res_Aij[1]<-sum(temp_Aij,na.rm=TRUE)
135           res_Aij[2:(1+cov_num)]<-rowSums(temp_Aij1,na.rm=TRUE)
136           res_Aij[(2+cov_num)]<-sum(temp_Aij2,na.rm=TRUE)
137           res_Aij[(3+cov_num)]<-sum(temp_Aij3,na.rm=TRUE)
138           res_Aij[(4+cov_num):(3+2*cov_num)]<-rowSums(temp_Aij4,na.rm=TRUE)
139           res_Aij[(4+2*cov_num)]<-sum(temp_Aij5,na.rm=TRUE)
140           res_Aij[(5+2*cov_num)]<-sum(temp_Aij6,na.rm=TRUE)
141           res_Aij[(6+2*cov_num)]<-sum(temp_Aij7,na.rm=TRUE)
142           res_Aij[(7+2*cov_num):(6+3*cov_num)]<-rowSums(temp_Aij8,na.rm=TRUE)
143           res_Aij[(7+3*cov_num):(6+4*cov_num)]<-rowSums(temp_Aij9,na.rm=TRUE)
144           res_Aij[(7+4*cov_num)]<-sum(temp_Aij10,na.rm=TRUE)
145           res_Aij[(8+4*cov_num)]<-sum(temp_Aij11,na.rm=TRUE)
146           res_Aij[(9+4*cov_num):(8+4*cov_num+comb_num)]<-rowSums(temp_Aij12,na.rm=TRUE)
147           }
148           return(res_Aij)
149    }
150
```

```
151   Mden_derv<-function(i, length_ni, dat, x, zz){
152           nc<-dim(dat)[2]
153           #temp_Ai<-rep(NA, (nc-1))
154           temp_Ai1<-rep(NA, (nc-1))
155           temp_Ai<-c()
156           ni<-length_ni[i]
157           if(ni>2){
158                   #temp_Ai[2:(ni-1)]<-sapply(2:(ni-1), Mden_i, i=i, length_ni=length_ni, dat=dat, x=x, zz=zz)
159                   for (k in 2:(ni-1)){
160                   temp_Ai1<-sapply(k, Mden_i_derv, i=i, length_ni=length_ni, dat=dat, x=x, zz=zz)
161                   temp_Ai<-cbind(temp_Ai, temp_Ai1)
162                   }
163           }#if
164           return(temp_Ai)
165   }
```